Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Романчук Иван Сергеевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.09.2023 10:19:34
Уникальный программный ключ:
6319edc2b582ffdacea44[illegible]

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова/
23 июня 2021 г.

ОБЩАЯ ХИМИЯ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Кертман А.В. Общая химия. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль:Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Общая химия [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Кертман А.В., 2020.

1. Пояснительная записка

Химия – одна из важнейших фундаментальных естественных наук, изучающая вещества, их свойства и процессы превращения веществ, сопровождающиеся изменением состава и структуры. Что такое металл, галоген, полимер, пластмассы? Чем обусловлена разница в свойствах веществ? Почему идут химические реакции? Что такое коррозия? Как сохранить чистоту природы: рек, озер, морей, лесов, атмосферы? Ответить на эти и многие другие вопросы без знания химии нельзя.

Особенно велико значение химии в технике, развитие которой немыслимо без понимания процессов превращения веществ. Глубокое знание законов химии и их применение позволяет как совершенствовать существующие, так и создавать новые процессы, машины, установки и приборы.

Знание основных химических понятий, закономерностей и законов необходимо для формирования современных специалистов − бакалавров, инженеров, магистров.

Общая химия является общетеоретической дисциплиной. Она призвана дать студентам современное научное представление о веществе как одном из видов материи, о путях, механизмах и способах превращения одних веществ в другие. Владение техникой химических расчетов, понимание возможностей, предоставляемых химией, значительно ускоряет получение нужного результата в различных сферах инженерной и научной деятельности. Технический прогресс промышленного производства неразрывно связан с разработкой и использованием новейших материалов, создание и использование которых невозможно без знаний химических свойств, состава, строения и структуры веществ.

Цель дисциплины «Общая химия» – помочь студентам изучить химическую форму движения материи, познать законы её развития и основные закономерности протекания химических реакций.

Конкретными задачами дисциплины «Общая химия» являются:

- передать основные теоретические знания по курсу дисциплины;
- помочь студентам получить навыки работы с химическими реактивами и проведения количественных расчетов;
- научить решать типовые задачи и писать во всех формах уравнения химических реакций, что способствует неформальному усвоению изучаемого материала;
- сформировать навыки химического мышления у студентов.

В результате изучения курса «Общая химия» студенты должны приобрести знания, которые помогут решать многочисленные химические проблемы, возникающие при работе в различных отраслях промышленности.

1.1. Место дисциплины *(модуля)* в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули) обязательной части дисциплин учебного плана по направлению 04.03.01 Химия, предназначена для студентов Института химии очной формы обучения.

В информационном и логическом планах дисциплина «Общая химия» последовательно развивает знания, полученные из школьной программы по химии, и, в свою очередь, служит информационной и методологической основой для изучения следующих дисциплин:

- неорганическая химия;
- аналитическая химия;
- органическая химия;
- физическая химия;
- коллоидная химия.

Для изучения курса требуются знания по химии в объеме средней школы.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины *(модуля)*

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения (знаниевые/функциональные)
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**Знает** методы, способы и особенности осуществления системного поиска информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов
	Умеет находить необходимую информацию для решения поставленных задач, анализировать поставленные для выполнения задачи, выделяя в них базовые составляющие, при обработке информации отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок, формировать собственные мнения и суждения, аргументировать свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата
УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	**Знает** методы и способы повышения уровня собственного образования и саморазвития в течение всей жизни на основе принципов образования, приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста.
	Умеет определить необходимые профессиональные знания, строить профессиональную карьеру и определять стратегию профессионального развития, оценить требования рынка труда и предложения образовательных услуг для выстраивания траектории собственного профессионального роста
УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	**Знает** представления о структуре химико-технологических систем, типовые химико-технологические процессы производства, систему взаимодействия химического производства и окружающей среды, опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности и методы их идентификации
	Умеет оценить возможные риски и опасности типовых химико-технологических процессов на производстве, выявить проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предложить мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций, анализировать факторы вредного влияния элементов среды обитания
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	**Знает** основные законы и закономерности протекания химических реакций, особенности применения теоретических основ общей химии при проведении химического эксперимента, основы современных перспективных методов синтеза и анализа веществ, их особенности и недостатки
	Умеет применять теорию и методы общей химии при проведении химического эксперимента, выбрать наиболее эффективные методы получения и исследования химических веществ, систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов, интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии
ПК-1. Способен выбирать и	**Знает** правила, порядок работы, основные экспериментальные

использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	приемы и процедуры, основные инструментальные методы химического синтеза и анализа, технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР
	Умеет собирать лабораторные приборы и конструировать лабораторные установки, проводить химические расчеты для решения исследовательских задач, планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	**Всего часов** (академические часы)	**Часов в семестре** (академические часы)
		2
Общий объем зач. ед.	**3**	**3**
час	**144**	**144**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	**64**	**64**
Лекции	16	16
Практические занятия	0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	48	48
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**80**	**80**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		зачет

3. Система оценивания

3.1. Оценивание достижений обучающихся в течение семестра осуществляется на основе 100-балльной системы. Баллы начисляются студентам за следующие активности:

1) посещение лекционного занятия – 1 балл;

2) работа на лабораторном занятии и выполнение отчета по лабораторной работе – 0-10 баллов за каждый отчет по лабораторной работе;

3) если по теме лабораторной работе дополнительно дается выполнение теста, то 10 баллов за лабораторное занятие формируются из: 0-5 баллов – отчет по лабораторной работе; 0-5 баллов – тестовое задание.

4) самостоятельная работа – 0-4 балла.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Вещества	22	6	0	16	0
2	Атомно-молекулярные представления в химии	10	2	0	8	0
3	Электронные представления в химии	8	8	0	0	0
4	Теория химических процессов	6	6	0	0	0
5	Классы химических веществ и реакций	14	6	0	8	0
6	Химический эксперимент	4	4	0	0	0
	Итого (часов)	64	32	0	32	9*

* - учитывает контактную работу на консультации и зачете.

4.2. Содержание дисциплины *(модуля)* по темам

Тема 1. Вещества

Физические и химические свойства веществ, их разделение, выделение, очистка и идентификация. Химические реактивы, чистота, степени градации. Измерение количеств веществ, единицы (массовые, объемные, мольные). Смеси. Растворы, классификация, химический состав, составляющие, приготовление. Способы выражения химического состава растворов, расчеты. Растворимость. Факторы, влияющие на растворимость. Дисперсные системы. Дисперсность. Коллоидные растворы. Эффект Тиндаля. Классификация дисперсных систем. Золи и гели. Коагуляция и пептизация. Устойчивость коллоидных растворов. Порог коагуляции. Получение коллоидных систем. ПАВ.

Тема 2. Атомно-молекулярные представления в химии

Стехиометрия химических взаимодействий. Атомно-молекулярное учение (Дальтон). Атомные, молекулярные и формульные массы. А.е.м. (у.е.). Моль. Число Авогадро. Валентность. Эквивалент. Нормальность. Стехиометрические законы и их современное содержание. Химические элементы, символы. Химические формулы. Химическое строение. Структурные формулы. Изомерия, топологическая и конфигурационная.

Тема 3. Электронные представления в химии

Опыт Резерфорда. Планетарная модель строения атома НагаокиРезерфорда. Атомное ядро, характеристики. Нуклоны. Изотопы. Изобары. Электродинамическая несостоятельность

планетарной модели. Спектроскопия. Представление о физике электромагнитного поля. Атомные спектры излучения. Квантовая концепция стационарных состояний атома. Соотношение Планка. Постоянная Планка. Теория Бора. Энергетический уровень. Главное квантовое число. Радиус стационарной орбиты для одноэлектронного атома. Энергия электрона на стационарной орбите в одноэлектронном атоме. Волновое число. Уравнение Бальмера-Ридберга. Постоянная Ридберга. Атомный спектр водорода. Несостоятельность теории Бора. Квантовомеханическое описание объектов микромира. Корпускулярноволновой дуализм. Соотношение де Бройля. Волновое уравнение, его решения. Принцип неопределенности Хайзенберга. Волновая функция. Плотность вероятности нахождения электрона в заданном месте пространства. Радиальная плотность вероятности. Атомные орбитали (АО). Граничная поверхность. Квантовые числа. Узловая поверхность. Атомные спин-орбитали (АСО). Принцип (запрет) Паули. Энергетические диаграммы (электронно-графические структуры) атомов. Квантовые ячейки. Строение многоэлектронных атомов. Одноэлектронное приближение. Эффективный заряд атомного ядра. Эффект межэлектронного взаимодействия в атоме. Экранирование. Эффект электронного проникновения. Энергетические уровни и подуровни. Правила Клечковского. Энергии АО. Электронные формулы. Принцип наименьшей энергии. Связь периодической системы и электронного строения атомов. Правило Хунда (принцип максимальной мультиплетности). Общие закономерности и аномалии в последовательности заполнения электронами атомных орбиталей. Электронные семейства элементов. Атомные радиусы. Тенденции изменения атомных радиусов в горизонтальных и вертикальных рядах периодической системы. d- и f- сжатие. Энергия (потенциал) ионизации, сродство к электрону. Электроотрицательность, закономерности изменения в горизонтальных и вертикальных рядах периодической системы, связь с электронными конфигурациями атомов. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И.Менделеева, связь с электронным строением атомов. Валентные электроны. Переходные и непереходные элементы. Оптические спектры молекул и составляющих их атомов. Химическая связь. Роль теории электронного строения атомов. Валентные электроны и валентные возможности атомов. Ионная теория Косселя. Роль октетной электронной конфигурации. Электровалентность. Роль электронной пары в образовании химической связи. Электронная теория химической связи Льюиса-Лэнгмюра. Роль неспаренных электронов. Свободные радикалы. Образование электронных пар. Валентность (ковалентность) по Льюису-Лэнгмюру. Ковалентная связь. Полярные и неполярные молекулы. Полярность связи. Эффективный заряд. Диполь. Дипольный момент двухатомной молекулы. Ионная связь. Механизмы образования ковалентной связи. Ковалентность. Основные и возбужденные состояния атомов. Промотирование электронов. Перекрывание АО. σ-связь. Валентные углы. π-связь. Геометрическая изомерия молекул. δ-связь. Строение молекул. ОВЭП (Гиллеспи). Химическое строение молекул. Центральный и периферические атомы (лиганды). Координационное число. Представление о локализованных валентных электронных парах (ЛВЭП). Валентные связанные (ВСЭП) и неподеленные (ВНЭП) электронные пары. Стерическое число (СЧ). Формы правильных симплексов для различных СЧ. Факторы, влияющие на величины валентных углов: взаимное отталкивание ВСЭП и ВНЭП, кратность связи, соотношение электроотрицательностей атомов и их размеры. Дипольные моменты молекул. Электронное строение молекул. Гибридизация АО, полная и неполная. МВС. Описание химической связи в молекуле водорода Гайтлером и Лондоном. Обменное взаимодействие. Потенциальные кривые. Эффективный заряд атомного ядра. Направленность и насыщаемость ковалентной связи. Ограниченность МВС. ММО. МО-ЛКАО. Плотность перекрывания АО. Интеграл перекрывания. Связывающие (СМО), несвязывающие (НМО) и разрыхляющие (РМО) МО. Энергетические диаграммы (электронно-графические структуры) молекул. Порядок связи. Магнитные свойства. Магнитный момент. Химическая связь в атомных кристаллах. Представление о зонной теории. Валентная зона, зона проводимости, запрещенная зона. Металлы, полупроводники, диэлектрики. Межмолекулярные взаимодействия. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциальные кривые Леннарда-Джонса. Типы межмолекулярных взаимодействий.

Эффекты Кеезома, Дебая и Лондона. Водородная связь. Межмолекулярная и внутримолекулярная. Особое положение и значение водородной связи.

Тема 4. Теория химических процессов

Химическая термодинамика. Первый закон термодинамики. Термохимия. Закон Гесса и его применения. Энтальпийные диаграммы. Энергии связей. Второй и третий законы термодинамики. Энтропия. Определение направления самопроизвольного протекания и движущей силы химических процессов. Энергия Гиббса и ее составляющие. Химическое равновесие. Активность. Обратимые и необратимые реакции. Константа равновесия, зависимость от температуры. Принцип Ле Шателье-Брауна. Химическая кинетика. Скорость химической реакции, средняя и истинная. Основной закон химической кинетики. Кинетические уравнения. Константа скорости, физический смысл. Порядок реакции (частный и общий) и молекулярность. Закон действующих масс. Зависимость скорости реакции от температуры. Представление о теории абсолютных скоростей реакций. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Предэкспоненциальный множитель, физический смысл. Правило Вант-Гоффа. Температурный коэффициент. Катализ (гомогенный, гетерогенный, ферментативный). Автокатализ. Применения катализа. Ингибирование.

Тема 5. Классы химических веществ и реакций

Принципы классификации и номенклатуры в химии. Классы химических реакций. Окислительно-восстановительные реакции (ОВР). Степень окисления (электрохимическая валентность). Окисление и восстановление. Окислители и восстановители. Классификация ОВР. Составление уравнений ОВР. Механизмы химических реакций. Радикальные и ионные реакции. Электронное строение и реакционная способность. Электрофилы и нуклеофилы. Кислоты и основания. Кислотно-основные реакции. Протолитическая теория Бренстеда-Лаури. Протолитические превращения. Сопряженные протолитические пары кислота/основание. Теория Лукса – Флуда. Теория Усановича. Электронная теория кислотно-основных реакций Льюиса. Теория ЖМКО (Пирсон). Классификация органических соединений. Углеводороды: алканы, циклоалканы, алкены, циклоалкены, аллены, сопряженные диены и полиены, алкины, арены. Функциональные производные углеводородов.

Тема 6. Химический эксперимент

Техника безопасности, общие правила и порядок работы в химической лаборатории. Лабораторное оборудование. Химическая посуда. Техника выполнения основных экспериментальных процедур. Измерение массы и объема, приготовление растворов, перемешивание, нагревание и охлаждение. Типы эксперимента в химии. Химический синтез. Этапы подготовки. Планирование и методы синтеза. Количественные расчеты. Учет побочных реакций. Методика синтеза. Продукт синтеза. Принципы аналитического эксперимента. Виды (элементный, функциональный, качественный, количественный, физико-химический), методы (химические, физические, физико-химические), основные характеристики и приемы выполнения анализа. Аналитические реакции и реагенты. Качественный химический анализ неорганических веществ, методы, этапы подготовки. Дробный и систематический анализы водных растворов неорганических соединений. Аналитические группы, принципы классификации. Групповые реагенты. Исследование строения вещества. Измерение количественных характеристик веществ и химических реакций.

Лабораторные занятия:

1. Техника безопасности при работе в лаборатории. Простейшее лабораторное оборудование и правила работы.
2. Весы. Взвешивание.
3. Измерение объема и плотности.
4. Методы разделения и очистки веществ.
5. Определение эквивалентных и молекулярных масс.
6. Приготовление растворов.
7. Классы неорганических соединений. Оксиды, кислоты, основания.
8. Классы неорганических соединений. Соли. Распознавание солей.

1. Типовые вопросы для самоконтроля по теме «Вещества»

1. Что называется веществом? Каковы его характеристики? Как идентифицируются вещества?

2. Что называется смесью? Как разделяют смеси?

3. Что называется химическим реактивом? Каковы градации чистоты химических реактивов? Какова роль химических реактивов?

4. Что называется химическим веществом?

5. В чем сходство и различие галита, поваренной соли и хлорида натрия?

6. Чем различаются простые и сложные вещества?

7. В чем отличие простого вещества от химического элемента?

8. Что такое аллотропия? В чем сходство и различие между аллотропными модификациями для одного химического элемента?

9. Что называется раствором? Приведите примеры.

10.Что называется растворителем? Приведите пример раствора, для которого невозможно определить растворитель.

11.Перечислите способы выражения химического состава раствора.

12.Всегда ли, располагая заданным набором компонентов, можно приготовить ненасыщенный, насыщенный и пересыщенный растворы? Ответ проиллюстрируйте примерами.

13.Что происходит с химическим веществом при его растворении?

14.Что называется дисперсной системой? Приведите примеры.

15.Как получаются дисперсные системы?

16.В чем причина уникальности свойств коллоидных систем?

17.Приведите примеры ПАВ. В чем причина их поверхностной активности?

18.Каковы особенности состояния молекул ПАВ на поверхности раздела и в объеме системы?

19.Выберите из списка объекты, соответствующие содержанию понятий: 1) вещество; 2) смесь; 3) химическое вещество; 4) химический реактив: кварц, кварцевая трубка, сливочное масло, золотой самородок, антрацит, нефть, железобетон, сталь, хлорид натрия, нашатырный спирт, малахит, воздух.

20. Какими способами можно выразить элементный состав химического соединения?

21. Что такое химическая формула? Какие типы химических формул Вам известны?

22. Как переводится на русский язык слово «стехиометрия»?

23. Сформулируйте основные стехиометрические законы.

24. В чем причина дискретности химических взаимодействий?

25. Что такое атом?

26. Что такое молекула?

27. Есть ли различие между «атомным весом» и «соединительным весом» (Дальтон)? Ответ проиллюстрируйте примерами.

28. Проанализируйте с точки зрения общности и различности смысл понятий «молекула» и «химическое соединение», «химическая связь» и «химическое взаимодействие».

29.Что такое моль?

30.Чем обусловлен выбор числа Авогадро?

31.Есть ли различие между молярной массой и относительной молекулярной массой? Ответ поясните.

32.Проанализируйте с точки зрения общности и различности смысл понятий «атомный состав молекулы» и «элементный состав химического соединения».

33.Проанализируйте с точки зрения общности и различности смысл понятий «молекула» и «формульная единица».

34.Чем различаются элементный и химический составы?

35.Чем различаются простейшая, эмпирическая, брутто- и истинная химические формулы? Ответ проиллюстрируйте.

36.Что Вы можете сказать о химическом строении хлорида натрия? 1

37.Иногда формулу хлорида натрия вместо простейшей формы NaCl записывают в виде Na_4Cl_4 или Na_6Cl_6. Чем это обусловлено?

38.С помощью каких понятий описываются строение и свойства веществ физически немолекулярной природы?

39.Что такое топология молекулы? Какими средствами она может быть выражена?

40.Можно ли топологическую формулу молекулы проверить экспериментально? Каковы экспериментальные основания для приписывания молекуле той или иной топологии?

41.Приведите примеры топологических изомеров. Какие типы топологической изомерии Вам известны?

42.Что такое оптическая активность? Для каких веществ она наблюдается?

43.Чем отличаются друг от друга молекулы, составляющие диастереомерную пару?

44.Чем отличаются друг от друга молекулы, составляющие энантиомерную пару?

45.Перечислить изомеры молекулы 1,2-дихлорциклопентана.

46.Перечислить конфигурационные изомеры молекулы: а)1-хлор-1- метилциклобутана; б)2-метилциклопентена; в)1-хлорпентадиена-1,3.

47.В чем различие между схемой и уравнением реакции?

48.Каков смысл стехиометрических коэффициентов? Являются ли они всегда целочисленными?

2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Типовое индивидуальное задание по теме «Вещества»

1. В чем сущность методов диспергирования? Какое оборудование применяют для этого? Каковы недостатки диспергационных методов?

2. В чем сущность правила Шульце-Гарди? Представьте строение мицеллы для коллоидов, полученных по реакции:

$FeCl_3$(изб.) + 3NaOH = $Fe(OH)_3$ + 3NaCl

Расположите нижеперечисленные электролиты в порядке увеличения их коагулирующей силы для этих коллоидов: NaCl, Na_2SO_4, $CuCl_2$, $Al_2(SO_4)_3$, $AlCl_3$, $K_3[Fe(CN)_6]$.

3. ТЕСТИРОВАНИЕ

Типовой тест по теме «Вещества»

Вариант 1

1. Для приготовления 500 г 7%-ного раствора $FeSO_4$ (M=152 г/моль) необходимо взять железного купороса $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ (M=278 г/моль) массой _____ г.
   1) 19 2) 35 3) 64 4) 89
2. 10 $см^3$ 0,2н раствора H_2SO_4 довели дистиллированной водой до 1$дм^3$. Молярная концентрация раствора стала равной (моль/$дм^3$)
   1) 0,001 2) 0,002 3) 0,010 4) 0,050
3. Смешали 600 $см^3$ 1,6н и 200 $см^3$ 2,5н растворов H_2SO_4. Молярная концентрация эквивалента раствора составляет (моль/$дм^3$)
   1) 1,82 2) 1,20 3) 0,95 4) 0,62
4. 0,4М раствор серной кислоты является _____ нормальным.
   1) 0,2 2) 0,4 3) 0,8 4) 1,0
5. Раствор, содержащий 0,53 г карбоната натрия (M=106 г/моль), нейтрализовали согласно схеме: $Na_2CO_3 \rightarrow NaHCO_3$. Для этого потребовалось 1н раствора HCl объемом _____ $см^3$.
   1) 2,6 2) 3,7 3) 4,5 4) 5,0

4. Типовые задачи для самоконтроля по теме «Вещества»

1. Концентрация насыщенного при комнатной температуре раствора карбоната натрия составляет 18%. Сколько воды и кристаллической (десятиводной) соды потребуется для приготовления заданного объема этого раствора (плотность раствора известна)?

2. Концентрация насыщенного при 60°C раствора карбоната натрия составляет 31,6%, а при 0°C - 6,75%. Сколько кристаллической (десятиводной) соды выделится при охлаждении заданной массы насыщенного при 60°C раствора до 0°C?

3. В каких количествах следует взять кристаллическую (десятиводную) соду и 10%-ный раствор карбоната натрия, чтобы получить раствор карбоната натрия заданной процентной концентрации?

4. Имеется раствор серной кислоты с заданными плотностью и процентной концентрацией. Вычислить молярность и моляльность и титр раствора, а также мольную долю серной кислоты в нем.

5. Заданную навеску заданной соли растворили в заданном объеме воды (здесь и далее плотность воды принять равной 1). Вычислить процентную и моляльную концентрации полученного раствора, а также мольную долю соли в нем.

6. Сколько соли и воды потребуется заданного объема раствора соли с заданными плотностью и процентной концентрацией?

7. Концентрация насыщенного при 60°C раствора дихромата калия составляет 31,2%, а при 0°C – 4,4%. Рассчитать теоретически возможный выход дихромата калия по перекристаллизации его из насыщенного при 60°C раствора, охлаждаемого до 0°C.

8. Сколько заданной соли нужно для приготовления заданного объема водного раствора заданной молярности?

9. Сколько 96%-ной серной кислоты (плотность 1,84) потребуется для приготовления заданного объема 0,2М раствора?

10. В каких количествах следует взять глауберову соль и 5%-ный раствор сульфата натрия (плотность 1,04) для получения заданного массового количества 20%-ного раствора сульфата натрия?

11. Концентрация насыщенного при комнатной температуре раствора сульфата меди составляет 17,2%. Сколько воды потребуется для растворения заданного массового количества медного купороса при этой температуре?

12. Вычислить молярность раствора, полученного смешением 2М раствора некоторого вещества с удвоенным объемом его 1,5М раствора. Изменением объема при смешении пренебречь.

13. Сколько надо взять 50%-ного и 5%-ного растворов некоторого вещества для приготовления заданного массового количества 20%-ного раствора?

14. Вычислить мольную долю заданного вещества в его растворе с заданной процентной концентрацией. Чему равна моляльность раствора?

15. Сколько воды следует добавить к заданному объему 20%-ного раствора некоторого вещества (плотность раствора известна) для получения 1%- ного раствора?

16. В каком объемном соотношении следует смешать 20%-ный и 5%-ный растворы некоторого вещества (плотности растворов известны) для получения 10%-ного раствора?

17. Имеется раствор серной кислоты с заданными плотностью и молярностью. Вычислить процентную концентрацию.

18. Заданное массовое количество серного ангидрида растворили в заданном объеме воды. Вычислить концентрацию полученного раствора.

19. Сколько 96%-ной серной кислоты (плотность 1,84) потребуется для приготовления заданного объема 2%-ного раствора (плотность 1,01)?

20. Полагая, что серная кислота диссоциирует нацело, вычислите pH ее 1%- ного раствора (плотность 1,005).

21. Грамм радия испускает за секунду 13,8•1010 α-частиц, а за год дает 0,158 мл гелия (н.у.). Рассчитать число Авогадро.

22. При полном восстановлении водородом 1,34 г оксида некоторого металла получено 0,324 г воды. Что это за металл?

23. Рассчитать процентный (по объему) состав смеси метана с кислородом, если известно, что 36 мл смеси после проведения реакции метана с кислородом (горение) сократились в объеме на 1,8 мл. Объемом сконденсировавшейся воды пренебречь.

24. Сколько $Al_2(SO_4)_3 \bullet 18H_2O$ следует добавить к заданному количеству $AlCl_3 \bullet 6H_2O$ для получения смеси, каждый грамм которой дает данное количество оксида алюминия?

25. По результатам элементного анализа установлено, что в состав соединения входит 36,50% (по массе) углерода, 1,30% водорода, 34,70% кислорода, 12,15% азота и 15,35% хлора. Установите эмпирическую формулу соединения.

26. Рассчитайте процентный (по массе) состав оксида алюминия.

27. Оксид мышьяка содержит 24,26 масс.% кислорода. Установите химическую формулу оксида.

28. По результатам элементного анализа установлено, что в состав соединения входит 65,45% (по массе) углерода, 29,06% кислорода и 5,49% водорода. При н.у. 3,3 г паров этого соединения занимают объем 672 мл. Установите истинную химическую формулу соединения. Сколько молекул содержится в указанном количестве вещества? Какую структурную (графическую) формулу могло бы иметь данное соединение?

29. При сжигании в кислороде 13,8 г некоторого вещества получено 26,4 г углекислого газа и 16,2 г воды. Установите химическую формулу этого вещества. Сколько веществ может иметь такую формулу? Сколько молекул содержится в указанном количестве вещества?

30. Рассчитайте процентный (по объему) состав смеси метана с кислородом, если известно, что 36 мл смеси после проведения реакции метана с кислородом (горение) сократились в объеме на 1,8 мл. Объемом сконденсировавшегося водяного пара пренебречь.

31. По результатам элементного анализа установлено, что в состав соединения входит 54,50% (по массе) углерода, 36,34% кислорода и 9,16% водорода. Плотность паров вещества по воздуху равна 3,04. Привести структурные (графические) формулы всех изомеров этого соединения.

32. Какое вещество содержит 80% (по массе) углерода и 20% водорода?

33. Сколько карбоната натрия получится при полном разложении заданного массового количества гидрокарбоната натрия?

34. Сколько сульфида алюминия должно получиться при нагревании смеси равных (известных) массовых количеств алюминия и серы?

35. Сколько меди 98%-ной чистоты получится из тонны халькопирита, содержащего 40% примесей, если потери составляют 20%?

36. По результатам элементного анализа установлено, что в состав соединения входит 40% (по массе) углерода, 53,33% кислорода и 6,67% водорода. Плотность паров вещества при н.у. равна 2,67 г/л. Что это за соединение?

37. По результатам элементного анализа установлено, что в состав соединения входит 32,43% (по массе) натрия, 22,55% серы и 45,02% кислорода. Что это за соединение?

38. При полном восстановлении водородом 1,34 г оксида некоторого металла получено 0,324 г воды. Что это за металл?

39. Сколько раствора, содержащего 8% KAl(SO4)2•12H2O, потребуется для эквивалентного взаимодействия с 80 мл 0,8 н. раствора хлорида бария?

40. При обработке 0,024 г некоторого металла избытком водного раствора гидроксида натрия получено 32,3 мл водорода (19,5ºС, 763 мм рт.ст.). Что это за металл? Сколько молекул содержится в указанном объеме водорода?

41. Для полного восстановления 1,59 г оксида некоторого металла потребовалось 478 мл водорода (7°С, 97,3 кПа). Что это за металл? Сколько молекул содержится в указанном объеме водорода?

42. Какое массовое количество $Ba(OH)_2 \bullet 8H_2O$ эквивалентно 156 г $Al(OH)_3$?

43. Рассчитать объем (н.у.) сероводорода, необходимого для осаждения практически всей меди в виде сульфида из 2 л 0,05 н. водного раствора сульфата меди.

44. Каким объемом 2 н. серной кислоты можно полностью перевести в сульфат соду, содержащуюся в 2 л ее 18%-ного водного раствора (плотность 1,2)?

45. Из 3 г смеси карбонатов кальция и магния получено 760 мл углекислого газа (20°С, 99,7 кПа). Рассчитать состав смеси в процентах по массе. Сколько молекул содержит указанное количество углекислого газа?

46. Из 3 г сплава меди с серебром получено 7,34 г смеси нитратов. Рассчитать состав сплава в процентах по массе.

47. На сжигание 2 л смеси пропана и бутана израсходовано 12,4 л кислорода (н.у.). Рассчитать состав исходной углеводородной смеси в процентах по объему.

48. 0,5 л раствора медного купороса обработали избытком раствора соды. Осадок промыли, высушили и прокалили на воздухе при 300°С. Масса сухого остатка составила 16 г. Вычислить концентрацию исходного раствора, а также массу медного купороса, взятого для его приготовления.

49. К 250 мл раствора сульфита натрия прибавили 1,82М соляную кислоту до прекращения выделения газа. Вычислить концентрацию раствора сульфита натрия и объем добавленной кислоты, если известно, что собрано 2,56 л газа (н.у.). Растворимостью газа пренебречь.

50. При добавлении избытка алюминия к разбавленной серной кислоте получено 1,92 л газа (н.у.). Сколько $Al_2(SO_4)_3 \bullet 12H_2O$ можно выделить из полученного раствора?

51. В каком объеме воды следует растворить 50 г $KAl(SO_4)_2 \bullet 12H_2O$, чтобы из каждого грамма приготовленного раствора можно было получить 0,017 г оксида алюминия?

52. Вычислить концентрацию раствора сульфата аммония, если при добавлении к 50 мл этого раствора избытка щелочного раствора хлора получено 56 мл азота (н.у.).

53. При растворении навески эквимолярной смеси цинка и алюминия в растворе гидроксида натрия получено 4,48 л газа (н.у.). Вычислить массу взятой навески.

54. В 100 мл раствора медного купороса погрузили кадмиевую пластинку. Масса пластинки уменьшилась на 3 г. Вычислить концентрацию ионов кадмия в полученном растворе.

55. После пропускания 7,7 л кислорода через озонатор произошло уменьшение объема на 0,4 л (температура и давление постоянны). Рассчитать состав полученной смеси в процентах по объему.

56. Рассчитать молярную массу воздуха, полагая, что в воздухе 78% (по объему) азота, 21% кислорода и 1% аргона.

57. Если весь кислород воздуха перевести в озон, какова будет молярная масса полученной газовой смеси? Считать, что в воздухе 78% (по объему) азота, 21% кислорода и 1% аргона.

58. После пропускания воздуха через озонатор его плотность увеличилась на 3%. Вычислить содержание озона в полученной газовой смеси.

59. Определите фактор эквивалентности CO_2 в реакции $CO_2 + NaOH = NaHCO_3$

60. Определите фактор эквивалентности CO_2 в реакции $CO_2 + 2\ NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$

61. Определите фактор эквивалентности K_2CrO_4 в реакции $K_2CrO_4 + BaCl_2 = BaCrO_4 + 2\ KCl$

62. Определите фактор эквивалентности K_2CrO_4 в реакции $2\ K_2CrO_4 + 3\ SO_2 + 2\ H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + 2\ K_2SO_4 + 2\ H_2O$

63. Какой объем 0,02М ортофосфорной кислоты потребуется для нейтрализации 250 г 4%-ного раствора гидроксида натрия, если известно, что в данной реакции $f_{экв}$ кислоты равен ½?

5. ТЕСТИРОВАНИЕ.
Типовой тест по теме «Классы неорганических соединений»

Инструкция к заданиям 1,2: *К левому столбцу соединений выберите соответствующий элемент из правого столбца.*
Пример записи ответа: 1.А 2.В 3.Б
Инструкция к заданиям 3,4,5: *Выберите правильный ответ*

Вариант 1

1. Вещество: 1. Na_2SO_3 Название: А - сульфат натрия;
2. Na_2S Б - сульфид натрия;
3. Na_2SO_4 В - сульфит натрия;
Г – тиосульфат натрия.

2. Кислота: 1. азотная Его оксид: А – N_2O_5
2. азотистая Б – N_2O_3
В – NO_2

3. Гидроксид натрия реагирует с …
1) CaO 2) Al_2O_3 3) $Mg(OH)_2$ 4) K_2SO_4

4. Сумма коэффициентов в молекулярном уравнении реакции $NaOH + H_2S \rightarrow$ кислая соль + … равна
1) 4 2) 5 3) 6 4) 9

5. Сумма коэффициентов в молекулярном уравнении реакции получения сульфата алюминия действием кислоты на металл равна
1) 4 2) 5 3) 6 4) 9

6. Тестовые вопросы для самоконтроля по теме «Атомно-молекулярные представления в химии»

1. Расположить в порядке возрастания растворимости в воде
1) анилин; 2) бензол; 3) кумол; 4) фенол;
2. Расположить в порядке возрастания растворимости в воде
1) аммиак; 2) метан; 3) сероводород; 4) хлороводород;
3. 10 г заданного вещества растворили в 100 г воды. Этих данных достаточно для вычисления
1) массовой доли; 2) мольной доли; 3) моляльности; 4) молярности;
4. 10 г заданного вещества поместили в мерную колбу на 100 мл, добавили воды до полного растворения, после чего долили воды до метки. Этих данных достаточно для вычисления
1) массовой доли; 2) мольной доли; 3) моляльности; 4) молярности;
5. Имеется 10%-ный раствор. Какая дополнительная информация требуется для вычисления моляльности?
1) масса раствора; 2) молярная масса растворенного вещества; 3) молярная масса растворителя; 4) плотность раствора;
6. Моляльность – это
1) число молей растворенного вещества, приходящееся на 1000 г раствора; 2) число молей растворенного вещества, приходящееся на 1000 мл раствора; 3) число молей растворенного вещества, приходящееся на 1000 г растворителя; 4) число молей растворенного вещества, приходящееся на 1000 мл растворителя;
7. Титр – это
1) масса растворенного вещества, приходящаяся на 1 г раствора; 2) число молей растворенного вещества, приходящееся на 1 мл раствора; 3) число молей растворенного

вещества, приходящееся на 1 г растворителя; 4) масса растворенного вещества, приходящаяся на 1 мл раствора;

8. Расположить растворы в порядке возрастания молярности, если массовая доля растворенного вещества одна и та же

1) азотная кислота; 2) аммиак; 3) гидроксид натрия; 4) серная кислота;

9. Как снизить концентрацию растворенного вещества в хлорной воде?

1) добавить хлорид натрия; 2) добавить хлороформ; 3) нагреть; 4) охладить;

10. Раствор воздуха в воде

1)истинный; 2)концентрированный; 3)насыщенный;4) ненасыщенный;

11. Масса атома серы равна

1) 32 2) 32 а.е.м. 3) 32 г 4) 5,32·10-23 г

12. Расположить в порядке возрастания массы

1) атом кислорода 2) молекула кислорода 3) моль кислорода 4) эквивалент кислорода

13. Расположить в порядке возрастания массового содержания кислорода

1) MnO 2) MnO_2 3) Mn_2O_3 4) Mn_3O_4

14. Расположить в порядке возрастания плотности некоторого газа, определенные по

1*) водороду 2) воздуху 3) кислороду 4) неону*

15. Расположить в порядке возрастания фактора эквивалентности:

1) бор; 2) ниобий; 3) осмий; 4) кремний;

16. Образец метана массой 4 г содержит

1) моль эквивалента связанного водорода 2) моль эквивалента связанного углерода 3) NA атомов связанного водорода 4) NA атомов связанного углерода

17. Расположить в порядке возрастания числа атомов в 1 $см^3$ (н.у.):

1) бериллий 2) водород 3) гелий 4) литий

18. 1 г кислотного водорода содержится в:

1) 1 моле муравьиной кислоты; 2) 0,5 моля муравьиной кислоты; 3) 1 моле серной кислоты; 4) 1 моле эквивалента серной кислоты;

7. Типовые вопросы для самоконтроля по теме «Теория химических процессов»

1. Что называется термодинамической системой?
2. Что называется гомогенной системой?
3. Что называется гетерогенной системой?
4. Что называется фазой?
5. Что называется тепловым эффектом химической реакции? Как и в каких единицах он выражается? Чем различаются экзо- и эндотермические реакции? Для чего используются тепловые эффекты химических реакций?
6. Как экспериментально определяют тепловые эффекты химических реакций?
7. Зависит ли тепловой эффект химической реакции от способа ее проведения? Ответ поясните.
8. Что называется энтальпией химической реакции? Поясните соотношение понятий «энтальпия химической реакции» и «тепловой эффект химической реакции». Какие данные необходимы для расчета энтальпии химической реакции?
9. Что называется энтальпией образования химического вещества? Поясните соотношение понятий «энтальпия образования химического вещества» и «энтальпия химической реакции». Какие данные необходимы для расчета энтальпии образования химического вещества?
10. Что называется термохимическим уравнением?
11. Какие условия называются стандартными?
12. Сформулируйте термодинамический критерий самопроизвольности протекания процесса.
13. Какие процессы могут приводить к увеличению и к уменьшению энтропии системы?
14. Почему энтропия производится только в необратимых процессах?
15. В чем состоит статистический смысл энтропии?

16.Сформулируйте термодинамические критерии самопроизвольности протекания процесса и равновесности состояния для изолированных систем. Почему эти критерии справедливы только для изолированных систем?

17.Можно ли энтальпии системы приписать абсолютное значение? Ответ поясните.

18.Можно ли энтропии системы приписать абсолютное значение? Ответ поясните. На основании чего выбирается точка отсчета по энтропийной шкале?

19.Что называется энергией Гиббса системы? Какие составляюшие имеет энергия Гиббса?

20.Что называется энергией Гиббса химической реакции? Поясните соотношение понятий «энергия Гиббса химической реакции» и «энергия Гиббса системы». Какие данные необходимы для расчета энергии Гиббса химической реакции?

21.Что называется энергией Гиббса образования химического вещества? Поясните соотношение понятий «энергия Гиббса образования химического вещества» и «энергия Гиббса химической реакции». Какие данные необходимы для расчета энергии Гиббса образования химического вещества?

22.Можно ли определить экспериментально энергию Гиббса образования химического вещества и энергию Гиббса химической реакции? Приведите пример.

23.Что называется химическим потенциалом вещества? Можно ли определить его экспериментально? Ответ поясните.

24.Что называется химическим сродством? Можно ли определить его экспериментально? Ответ поясните.

25.Проанализируйте соотношения понятий «энергия Гиббса», «химический потенциал», «химическое сродство».

26.Сформулируйте термодинамические критерии самопроизвольности протекания процесса и равновесности состояния для термостатированных систем.

27.Проанализируйте соотношение понятий «энергия Гиббса химической реакции» и «стандартная энергия Гиббса химической реакции». Как выглядит уравнение изотермы химической реакции? 28.Как выглядит связь между концентрационной константой равновесия и равновесными концентрациями реагентов и продуктов химической реакции?

29.Какие воздействия на систему приводят к изменению константы равновесия, а какие – нет? Приведите примеры.

30.Сформулируйте принцип Ле Шателье-Брауна.

31.Перечислите известные Вам способы смещения химического равновесия. Ответ проиллюстрируйте примерами. Происходит ли при смещении химического равновесия изменение константы равновесия?

32.Как выглядит и называется уравнение, показывающее температурную зависимость константы равновесия?

33.Сформулируйте критерий и приведите примеры для практически не идущих и практически необратимых химических реакций.

34.Выделяется или поглощается теплота при расширении идеального газа? Ответ пояснить.

35.Фазовое превращение $\alpha \rightarrow \beta$ эндотермично. Какая фаза существует при температурах более низких, чем температура фазового превращения?

36.Что называется кинетической кривой?

37.Что называется кинетическим уравнением?

38.Что называется скоростью химической реакции? В каких единицах она выражается? От чего она зависит? Как практически можно ее регулировать? Приведите примеры.

39.Как выглядит основное кинетическое уравнение? На каком основании принята именно такая его форма?

40.Каков физический смысл константы скорости химической реакции?

41.Проанализируйте соотношение между скоростью двусторонней химической реакции и скоростями прямой и обратной реакции.

42.Что такое кинетически элементарная химическая реакция? Как отличить ее от кинетически неэлементарной?

43.Сформулируйте закон действующих масс.

44.Почему формальная кинетика называется формальной?

45.Почему температура влияет на скорость химической реакции?

46.Сформулируйте правило Вант-Гоффа. Какова область его применимости?

47.В чем заключается физический смысл параметров уравнения Аррениуса – энергии активации и предэкспоненциального множителя?

48.Перечислите феноменологические проявления катализа (каталитические эффекты).

49.Что называется катализатором?

50.Какие типы каталитических систем, реакций и катализаторов Вам известны?

51.Какими величинами можно охарактеризовать каталитический эффект, каталитическую реакцию, катализатор?

52.Как экспериментально определить активность катализатора?

53.В чем разница между селективностью и избирательностью действия катализатора?

54.Каковы причины влияния катализатора на кинетику химической реакции?

55.Что называется активным центром катализатора? В чем разница между активным центром и молекулой (атомом)?

56.Что называется каталитическим комплексом?

57.Сформулируйте принципы соответствия – электронного, геометрического, энергетического.

58.Что называется каталитическим ядом? Каков механизм их отравляющего действия на катализатор?

59.Что называется ингибированием? Есть ли принципиальные различия между катализом и ингибированием? Ответ поясните.

60.Каково практическое значение катализа как средства регулирования кинетики химических процессов?

61.Каковы принципиальные особенности ферментативного катализа? Какова его роль в процессах жизнедеятельности?

62.В чем принципиальные отличия микроскопических химических превращений от макроскопических химических реакций?

63.Как описать ход микроскопических химических превращений?

64.Что представляет собой поверхность потенциальной энергии (ППЭ)? Как ее установить?

65.Какие особенности ППЭ отражаются энергетическими картами и энергетическими профилями?

66.Как выглядит типичный энергетический профиль элементарного химического акта?

67.Откуда берется потенциальный энергетический барьер, разделяющий две химические формы? Чем обусловлены его высота и толщина?

68.Что называется энергией активации элементарного химического акта? Есть ли принципиальные отличия ее от аррениусовской энергии активации? Ответ поясните.

69.Дает ли химическое строение молекул-реагентов качественную информацию о порядке величины энергии активации элементарного химического акта? Ответ поясните.

70.Что представляют собой переходное состояние и активированный комплекс?

71.Как влияет высота потенциального барьера на скорость реакции?

72.Чем, кроме энергии активации, определяется константа скорости, с позиций теории абсолютных скоростей (ТАС) химических реакций?

73.Как повлиять на высоту потенциального барьера, величину стерического множителя, величину трансмиссионного коэффициента?

74.Как выглядит энергетический профиль элементарного акта каталитической реакции?

75.Что называется механизмом химической реакции?

76.Каково влияние среды (растворителя) и внешних факторов (давление, температура, облучение, катализаторы, примеси и т.д.) на механизм химической реакции?

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Вещества	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций
2.	Атомно-молекулярные представления в химии	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций
3.	Электронные представления в химии	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций
4.	Теория химических процессов	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций
5.	Классы химических веществ и реакций	Чтение обязательной и дополнительной литератур. Проработка лекций ы
6.	Химический эксперимент	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Для получения экзамена по дисциплине, согласно набранных баллов, обучающимся необходимо иметь за семестр не менее 61 балла.

Студенты, набравшие по итогам работы в семестре менее 61 балла, сдают зачет по дисциплине в обычном порядке.

Зачет.

Порядок прохождения зачета:

Зачет по дисциплине проводится в устной форме.

Каждый из экзаменуемых студентов должны иметь при себе зачетную книжку, ручку, бумагу, желательно иметь при себе справочные материалы, таблицы (периодическая система Д.И. Менделеева, растворимости и т.д.), калькулятор для проведения математических расчетов. Время на подготовку – 45 минут. Не разрешается пользоваться смартфонами и другими средствами, несущими фактическую информацию ответа на экзаменационные вопросы. Ответы на экзаменационные вопросы оцениваются по системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Вопросы к зачету

1. Вещества. Смеси. Растворы, классификация, примеры. Химический состав раствора, составляющие раствора. Способы выражения химического состава раствора. Растворимость. Факторы, влияющие на растворимость.

2. Дисперсные системы. Дисперсность. Коллоидные растворы. Эффект Тиндаля. Классификация дисперсных систем. Золи и гели. Коагуляция и пептизация. Устойчивость коллоидных растворов. Порог коагуляции. Получение коллоидных систем. ПАВ.

3. Стехиометрические законы и их современное содержание.

4. Атомные, молекулярные и формульные массы. А.е.м. (у.е.). Моль. Число Авогадро. Валентность. Эквивалент. Закон эквивалентов. Нормальность.

5. Химические элементы, их символы. Химические формулы. Графические (структурные) формулы. Химическое строение. Изомерия, топологическая и конфигурационная.

6. Опыт Резерфорда. Планетарная модель строения атома НагаокиРезерфорда. Атомное ядро, его характеристики. Нуклоны. Изотопы. Изобары. Электродинамическая несостоятельность

планетарной модели. Спектроскопия. Представление о физике электромагнитного поля. Атомные спектры излучения. Квантовая концепция стационарных состояний атома. Соотношение Планка. Постоянная Планка.

7. Теория Бора. Энергетический уровень. Главное квантовое число. Радиус стационарной орбиты для одноэлектронного атома. Энергия электрона на стационарной орбите в одноэлектронном атоме. Волновое число. Уравнение Бальмера-Ридберга. Постоянная Ридберга. Атомный спектр водорода. Несостоятельность теории Бора.

8. Представление о квантовой механике. Корпускулярно-волновой дуализм. Соотношение де Бройля. Стационарное волновое уравнение Шредингера, его решения. Принцип неопределенностей Гайзенберга. Волновая функция. Плотность вероятности нахождения электрона в заданном месте пространства. Радиальная плотность вероятности. Атомная орбиталь (АО). Граничная поверхность.

9. Квантовые числа. Узловая поверхность. Атомная спин-орбиталь (АСО). Принцип (запрет) Паули. Энергетические диаграммы (электроннографические структуры) атомов. Квантовая ячейка.

10.Строение многоэлектронных атомов. Одноэлектронное приближение. Эффективный заряд атомного ядра. Эффект межэлектронного взаимодействия в атоме. Экранирование. Эффект электронного проникновения. Энергетические уровни и подуровни. Правила Клечковского. Энергии АО. Электронные формулы. Принцип наименьшей энергии.

11.Строение многоэлектронных атомов. Электронные формулы и энергетические диаграммы (электронно-графические структуры) атомов. Связь периодической системы и электронного строения атомов. Правило Хунда (принцип максимальной мультиплетности). Общие закономерности и аномалии в последовательности заполнения электронами атомных орбиталей. Электронные семейства элементов.

12. Атомные радиусы. Тенденции изменения атомных радиусов в горизонтальных и вертикальных рядах периодической системы. d- и f-сжатие. Энергия (потенциал) ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность, закономерности изменения в горизонтальных и вертикальных рядах периодической системы, связь с электронными конфигурациями атомов.

13. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И.Менделеева, связь с электронным строением атомов. Валентные электроны. Переходные и непереходные элементы.

14. Оптические спектры молекул и составляющих их атомов. Химическая связь. Роль теории электронного строения атомов. Валентные электроны и валентные возможности атомов. Ионная теория Косселя. Роль октетной электронной конфигурации. Электровалентность. Роль электронной пары в образовании химической связи. Электронная теория химической связи Льюиса-Лэнгмюра. Роль неспаренных электронов. Свободные радикалы. Образование электронных пар. Валентность (ковалентность) по Льюису-Лэнгмюру. Графические (структурные) формулы.

15. Ковалентная связь. Полярные и неполярные молекулы. Электроотрицательность. Полярность связи. Эффективный заряд. Диполь. Дипольный момент двухатомной молекулы. Ионная связь.

16. Механизмы образования ковалентной связи. Ковалентность. Валентные возможности атомов. Основное и возбужденные состояния атомов. Промотирование электронов.

17. Перекрывание АО. σ-связь. Валентные углы. π-связь. Цис-трансизомерия молекул. δ-связь.

18. Строение молекул. ОЭПВО (Гиллеспи). Химическое строение молекул. Центральный и периферические атомы (лиганды). Координационное число. Представление о локализованных валентных электронных парах (ЛВЭП). Валентные связанные (ВСЭП) и неподеленные (ВНЭП) электронные пары. Стерическое число (СЧ). Формы правильных симплексов для различных СЧ. Факторы, влияющие на валентные углы: взаимное отталкивание ВСЭП и ВНЭП, кратность связи, соотношение электроотрицательностей атомов и их размеры. Дипольные моменты молекул.

19. Электронное строение молекул. Гибридизация АО.

20. МВС. Описание химической связи в молекуле водорода Гайтлером и Лондоном. Обменное взаимодействие. Потенциальные кривые. Эффективный заряд атомного ядра. Направленность и насыщаемость ковалентной связи. Ограниченность МВС. 2

1. ММО. МО – ЛКАО. Плотность перекрывания АО. Интеграл перекрывания. Связывающие (СМО), несвязывающие (НМО), и разрыхляющие (РМО) МО.

22. Энергетические диаграммы (электронно-графические структуры) молекул. Порядок связи. Магнитные свойства. Магнитный момент.

23. Химическая связь в атомных кристаллах. Представление о зонной теории. Валентная зона, зона проводимости, запрещенная зона. Металлы, полупроводники, диэлектрики.

24. Межмолекулярные взаимодействия. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциальные кривые Леннарда-Джонса. Типы межмолекулярных взаимодействий. Эффекты Кеезома, Дебая и Лондона.

25. Водородная связь, межмолекулярная и внутримолекулярная. Особое положение и значение водородной связи.

26. Термодинамические системы, гомогенные и гетерогенные, изолированные, закрытые и открытые. Фаза. Термодинамическое состояние. Уравнение состояния. Термодинамические переходы, обратимые и необратимые. Тепловые эффекты химических реакций. Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики. Энтальпия. Закон Гесса как частное проявление основного свойства термодинамических функций состояния. Калориметрия. Стандартные условия. Термодинамические таблицы. Энтальпия химической реакции. Термохимические уравнения. Экзотермические и эндотермические реакции. Энтальпия образования.

27. Направление протекания химических процессов. Энтропия. Второе начало термодинамики. Критерии самопроизвольности протекания химических процессов и химического равновесия для изолированных систем. Третье начало термодинамики.

28. Направление протекания химических процессов. Энергия Гиббса. Общие критерии самопроизвольности протекания химических процессов и химического равновесия. Энергии Гиббса образования химических веществ. Парциальные мольные величины. Энергии Гиббса химических реакций.

29. Химическое равновесие. Константа равновесия. Смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье-Брауна. Константы диссоциации. Произведение растворимости. Зависимость константы равновесия от температуры.

30. Химическая кинетика. Эксперимент в химической кинетике. Кинетические кривые. Кинетические уравнения. Основной закон (постулат) химической кинетики. Порядок реакции. Константа скорости. Прямая и обратная реакции. Динамическая модель химического равновесия. Механизмы химических реакций. Закон действующих масс. Формальная кинетика.

31. Факторы, влияющие на скорость химических реакций. Температурный коэффициент Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Предэкспоненциальный множитель. Энергия активации.

32. Элементарный акт химического взаимодействия. Поверхность потенциальной энергии (ППЭ). Потенциальный барьер. Энергия активации элементарного акта. Переходное состояние и активированный комплекс. Вероятность элементарного акта. Теория абсолютных скоростей (ТАС) реакций. Частотный фактор. Стерический множитель и трансмиссионный коэффициент.

33. Катализ, его типы. Катализаторы, их характеристики. Природа каталитического действия. Физические и химические теории катализа. Активные центры. Каталитические яды.

34. Химические реакции, их механизмы. Радикальные реакции, инициирование, инициаторы. Ионные реакции. Сокращенные ионные уравнения. Электронное строение и реакционная способность. Электрофилы и электрофильные реакции. Нуклеофилы и нуклеофильные реакции. Реакции нейтрализации. Ионный обмен.

35. Кислотно-основные реакции. Протолитическая теория БренстедаЛаури. Протолитические реакции. Кислоты и основания по БренстедуЛаури. Сопряженные протолитические пары кислота/основание. Сила кислот и оснований, связь со строением молекул, правило Полинга. Константы ионизации. Влияние природы растворителя. Суперкислоты (сверхкислоты). Амфолиты. Соли, классификация. Эквиваленты кислот, оснований и солей. Теория Усановича.

36. Электронная теория кислот и оснований Льюиса. Апротонные кислоты. Сила кислот и оснований Льюиса, связь с химическим строением и электронной энергией. Теория ЖМКО (Пирсон). Правило Пирсона.

37. Окислительно-восстановительные реакции (ОВР). Степени окисления (электрохимические валентности), правила и закономерности. Окисление и восстановление.

38. Окислители и восстановители. Полуреакции. Сопряженные редокспары. Классификация ОВР. Составление уравнений ОВР: метод электронного баланса, метод электронно-ионного баланса, учет кислотности среды. Электрохимические эквиваленты.

39. Классификация органических соединений. Углеводороды: алканы, циклоалканы, алкены, циклоалкены, аллены, сопряженные диены и полиены, алкины, арены. Функциональные производные углеводородов.

40. Химический синтез, этапы подготовки, примеры.

41. Принципы аналитического эксперимента. Понятие о качественном химическом анализе, химических, физических и физико-химических методах анализа, их основных характеристиках. Аналитические реакции и реагенты.

42. Качественный химический анализ неорганических веществ, его методы, основные этапы подготовки. Дробный и систематический анализы 46 водных растворов неорганических соединений. Аналитические группы, принципы классификации. Групповые реагенты.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	**УК-1.** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**Знает** методы, способы и особенности осуществления системного поиска информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов. **Умеет** находить необходимую информацию для решения поставленных задач, анализировать поставленные для выполнения задачи, выделяя в них базовые составляющие, при обработке информации отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок, формировать	Вопросы для самоконтроля, индивидуальные задания, тест, задачи для самоконтроля	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".

		собственные мнения и суждения, аргументировать свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата		
2	**УК-6.** Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	**Знает** методы и способы повышения уровня собственного образования и саморазвития в течение всей жизни на основе принципов образования, приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста. **Умеет** определить необходимые профессиональные знания, строить профессиональную карьеру и определять стратегию профессионального развития, оценить требования рынка труда и предложения образовательных услуг для выстраивания траектории собственного профессионального роста	Вопросы для самоконтроля, индивидуальные задания, тест, задачи для самоконтроля	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
3	**УК-8.** Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	**Знает** представления о структуре химико-технологических систем, типовые химико-технологические процессы производства, систему взаимодействия химического производства и окружающей среды,	Вопросы для самоконтроля, индивидуальные задания, тест, задачи для самоконтроля	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев

		опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности и методы их идентификации. **Умеет** оценить возможные риски и опасности типовых химико-технологических процессов на производстве, выявить проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предложить мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций, анализировать факторы вредного влияния элементов среды обитания.		согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
4	**ОПК-1.** Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	**Знает** основные законы и закономерности протекания химических реакций, особенности применения теоретических основ общей химии при проведении химического эксперимента, основы современных перспективных методов синтеза и анализа веществ, их особенности и недостатки. **Умеет** применять теорию и методы общей химии при проведении химического эксперимента, выбрать наиболее эффективные методы получения и исследования химических веществ,	Вопросы для самоконтроля, индивидуальные задания, тест, задачи для самоконтроля	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".

		систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов, интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.		
5	**ПК-1.** Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	**Знает** правила, порядок работы, основные экспериментальные приемы и процедуры, основные инструментальные методы химического синтеза и анализа, технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР. **Умеет** собирать лабораторные приборы и конструировать лабораторные установки, проводить химические расчеты для решения исследовательских задач, планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР.	Вопросы для самоконтроля, индивидуальные задания, тест, задачи для самоконтроля	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Мифтахова, Н.Ш. Общая и неорганическая химия: учебное пособие / Н.Ш. Мифтахова, Т.П. Петрова. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017.— 408 с.— [Электронный ресурс].— ISBN 978-5-7882-2174-8. — Текст: электронный. - URL:

http://www.iprbookshop.ru/80237.html. — ЭБС «IPRbooks» (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке

7.2 Дополнительная литература:

1. Мартынова, Т. В. Неорганическая химия: учебник / Т.В. Мартынова, И.И. Супоницкая, Ю.С. Агеева. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 336 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). —DOI 10.12737/25265. - ISBN 978-5-16-012323-3. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1206069 (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке

2.Паничев, С.А.. Общая химия : учеб. пособие для студ., обуч. по хим. и нехим. спец. / С. А. Паничев, Н. А. Хритохин, Л. П. Паничева. - Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2001. - 412 с.

7.3 Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека. http://e-library.su

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

https://icdlib.nspu.ru/
https://rusneb.ru/
https://pubs.rsc.org/

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) *(при необходимости):*

1. Информационно-телекоммуникационная сеть «Интернет».
2. Информационный портал ИБЦ ТюмГУ.

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:

1. Платформа для электронного обучения Microsoft Teams
2. Офисный пакет приложений Microsoft Office (Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint и др.) для решения вычислительных задач, составления отчетов и презентаций

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и лабораторного типа, а также помещения для самостоятельной работы. Для проведения лекционных занятий необходимо мультимедийное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

Для проведения лабораторных занятий необходима лаборатория, оснащеннная следующим лабораторным оборудованием: аквадистиллятор ДЭ-40; весы M-ER 326 AFU 6/01; мешалка магнитная (ПЭ-6110); микроскоп МС-5000 (ТХ); магнитная мешалка C-mag Hs7 Package; учебно-лабораторный комплекс «Химия» (модуль "Термостат"); центрифуга; шкаф лабораторный сушильный SNOL 67/350; шкафы вытяжные лабораторные; электроплитки лабораторные; ПК рабочая станция СКАТ в сборе: системный блок в комплекте с монитором. На ПК должно быть установлено следующее программное обеспечение: операционная система MS Windows, офисный пакет MS Office, платформа MS Teams, офисный пакет LibreOffice, антивирусное ПО Kaspersky; обеспечено проводное подключение ПК к локальной сети и сети Интернет.)

Оснащенность лабораторных помещений и условия работы в них обучающихся должны соответствовать требованиям техники безопасности по работе с химическими реактивами.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова/
01 июня 2020 г.

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Кертман А.В. Неорганическая химия. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, очная форма обучения. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Неорганическая химия [электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.op.utmn.ru.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Кертман А.В. 2020.

Рабочая программа дисциплины включает следующие разделы:

1. Пояснительная записка

Неорганическая химия

Все химические знания, приобретаемые за многие столетия и представленные в форме теорий, законов, методов, технологических прописей и т.д. объединяет одна-единственная непреходящая, – главная задача химии – задача получения веществ с необходимыми свойствами.

Существует множество определений химии. Ее называют, во-первых, наукой о химических элементах и их соединениях; во-вторых, наукой о веществах и их превращениях; в-третьих, наукой о процессах качественного превращения веществ. Они слишком кратки и не дают полного ответа. Определяя химию как науку, следует иметь в виду два обстоятельства: во-первых, химия – не просто сумма знаний о веществах, а высоко упорядоченная, постоянно развивающаяся система знаний, имеющих определенное социальное назначение. Во-вторых, специфика химии в том, что в отличие от других наук химия сама создает свой предмет исследования. Как никакая другая наука, она является одновременно и наукой, и производством. Химия всегда была нужна человеку в основном для того, чтобы получать из вещества природы вещества с необходимыми заданными свойствами. Это – производственная задача и, чтобы ее реализовать, надо уметь производить качественные превращения вещества. Другими словами, чтобы решить производственную задачу, химия должна решить теоретическую задачу происхождения свойств вещества. Таким образом, основанием химии является получение веществ с заранее заданными свойствами (производственная задача) и выявление способов управления свойствами вещества (научно - исследовательская деятельность). Это и есть основная проблема химии – она возникает в древности и не теряет своего значения в наше время, а способы ее решения меняются в зависимости от эпох, развития материального производства и познания.

Как и любая другая наука, неорганическая химия имеет свои методы. Из экспериментальных методов химии важнейшим является метод химических реакций. Они дают возможность исследовать химические свойства веществ. Прямые же методы установления химического строения в большинстве своем основаны на использовании физических явлений.

Методы физико-химического анализа широко применяются при изучении растворов и сплавов, когда образующиеся в них соединения трудно или практически невозможно выделить в индивидуальном состоянии. Тогда исследуют физические свойства систем в зависимости от изменения состава. В результате строят диаграмму состав - свойства, анализ который позволяет делать заключение о характере химического взаимодействия компонентов, образование соединений и их свойствах.

Для познания сущности явления одних экспериментальных методов недостаточно, поэтому Ломоносов говорил, что истинный химик должен быть теоретиком. Только через мышление, научную абстракцию и обобщение познаются законы природы, создаются гипотезы и теории.

Теоретическое осмысление опытного материала и создание стройной системы химических знаний в современной неорганической химии базируется на: 1) квантово-механической теории строения атомов и периодической системе элементов Д.И. Менделеева; 2) квантово-химической теории химического строения и учении о зависимости свойств вещества от его химического строения; 3) учении о химическом равновесии, основанном на понятиях химической термодинамики.

Лекционный курс посвящен рассмотрению фактического материала неорганической химии. Сведения о химических и физических свойствах элементов излагаются в такой последовательности:

Строение атомного ядра. Изотопный состав элемента в природных минералах. Важнейшие искусственные радиоактивные изотопы.

Распространённость элемента в земной коре, земном шаре.

Строение электронных оболочек атома, размеры атома и ионов. Проявляемая валентность.

Физические свойства элемента в свободном состоянии.

Химические свойства элемента в свободном состоянии.

Способы получения, электронное строение, кристаллическая структура и свойства важнейших химических соединений.

Применение элемента в свободном состоянии и его соединений в промышленности, науке и технике.

Сравнительная характеристика элементов главных и побочных подгрупп ПС слагается из следующих подразделов:

Распространённость элементов, составляющих подгруппу. связь особенностей в изотопном составе и распространённости элементов со строением атомных ядер, электронных оболочек и химическими свойствами их соединений. основные минералы, образуемые элементами подгруппы.

Сопоставление физических и химических свойств элементов в свободном состоянии. Объяснение закономерностей в изменении свойств элементов с точки зрения строения их атомов и молекул.

Основная цель курса - формирование у студентов представления об анализе свойств химических элементов, а также форм и свойств их соединений на основе периодического закона Д.И.Менделеева, в соответствии с положением элементов и их совокупностей в периодической системе.

Основными задачами обучения является формирование у студентов:

- представления о составе, строении и свойствах неорганических веществ;
- навыков практического анализа неорганических систем;
- практических навыков в области неорганического синтеза и анализа;
- умения работать с литературой по неорганической химии, со справочниками и реферативными журналами;
- навыков сравнительного анализа химических элементов, тенденций в изменении их свойств по горизонтальным и вертикальным (группы и подгруппы) рядам периодической системы Д.И. Менделеева;
- понимания закономерностей в изменении устойчивости, окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств водородных и кислородных соединений;
- навыков систематического описания положения химических элементов в периодической системе Д.И. Менделеева, строения и свойств атомов, валентных возможностей и типичных соединений;
- навыков геохимической характеристики химических элементов;
- понимания проблем, перспектив и путей развития неорганической химии, ее места в химической науке, структуры, связи с другими химическими дисциплинами, принципов становления пограничных разделов;
- понимания значения неорганической химии для решения научных, технологических и экологических задач.

1.1. Место дисциплины *(модуля)* в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины «Неорганическая химия», предназначена для студентов Института химии очной формы обучения и относится к блоку обязательной части дисциплин (Б1.О.10) рабочего учебного плана по направлению 04.03.01 Химия.

В информационном и логическом планах дисциплина «Неорганическая химия» последовательно развивает знания, полученные из школьной программы по химии, и, в свою очередь, служит информационной и методологической основой для изучения следующих дисциплин:

общая химия
органическая химия
физическая химия
аналитическая химия
коллоидная химия
спецкурсов и практикумов по химии.

Данный курс служит введением в химию неорганических соединений и в ее отдельные разделы. Для изучения курса требуются знания по химии, физике, математики в объеме средней школы.

Студент должен:

Знать:

• школьный курс химии, физики и математики.

Уметь:

• писать уравнения химических реакций,
• решать задачи по основным разделам школьного курса химии
• ориентироваться в Периодической системе элементов Д.И. Менделеева.

Владеть:

• навыками химического языка, письма и терминологии.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины *(модуля)*

Студент, изучивший курс «Неорганическая химия», должен обладать следующими **универсальными компетенциями (УК):**

УК-2 – способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

ОПК-2 – способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием

ОПК-6 - способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе

профессиональными компетенциями (ПК):

ПК-1 – способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации

ПК-2 – способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы

ПК-3 – способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации

ПК-5 – способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания

1.3. Перечень планируемых результатов освоения дисциплины (модуля) «Неорганическая химия»

По окончании курса "Неорганической химии" студент должен:
Знать:

- классификацию неорганических систем и реакций, закономерности в изменении устойчивости, окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств водородных и кислородных соединений;

Уметь:

- анализировать свойства химических элементов, а также формы и свойства их соединений на основе периодического закона Д.И.Менделеева, в соответствии с положением элементов и их совокупностей в периодической системе;
- работать с учебной, научной и справочной литературой;

Владеть:

- навыками практического анализа неорганических систем;
- практическими навыками в области неорганического синтеза и анализа;
- навыками сравнительного анализа химических элементов, тенденций в изменении их свойств по горизонтальным и вертикальным (группы и подгруппы) рядам периодической системы Д.И. Менделеева;
- навыками систематического описания положения химических элементов в периодической системе Д.И. Менделеева, строения и свойств атомов, валентных возможностей и типичных соединений;
- навыками геохимической характеристики химических элементов.

2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		**Всего часов**	**Часов в семестре**	
			1	2
Общая трудоемкость	**зач. ед.**	12	6	6
	час	432	216	216
Из них:				
Часы аудиторной работы (всего):		362	176	186
Лекции		164	80	84
Практические занятия		0	0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		198	96	102
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося		70	40	30
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Экзамен	Экзамен

3. Содержание дисциплины

3.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№	Темы	Виды аудиторной работы (в час.)			Итого аудиторных часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
	Часов в 1 семестре	80	0	96	176
	Неорганическая химия	80	0	96	176
1	Введение в предмет. Основные законы и понятия стехиометрии.	4	0	0	4
2	Электронные представления в химии	2	0	0	2
3	Техника безопасности. Стехиометрические законы	0	0	6	6
4	Электронные представления в химии	4	0	0	4
5	Способы выражения состава растворов	0	0	6	6
6	Электронные представления в химии	4	0	0	4
7	Электронные представления в химии	2	0	0	2
8	Строение атома, Периодическая система	0	0	6	6
9	Электронные представления в химии	4	0	0	4
10	Химическая связь	0	0	6	6
11	Электронные представления в химии	4	0	0	4
12	Электронные представления в химии	2	0	0	2
13	Тепловые эффекты химических реакций	0	0	6	6
14	Электронные представления в химии	4	0	0	4
15	Основы химической термодинамики	0	0	6	6
16	Электронные представления в химии	4	0	0	4
17	Основы химической термодинамики	2	0	0	2
18	Химическая кинетика. Катализ. Химическое равновесие.	0	0	6	6
19	Основы химической термодинамики	4	0	0	4
20	Основы химической кинетики	0	0	6	6
21	Основы химической термодинамики	4	0	0	4
22	Основы химической кинетики	2	0	0	2
23	Химические равновесия в растворах электролитов	0	0	6	6
24	Основы химической кинетики	4	0	0	4
25	Коллигативные свойства растворов	0	0	6	6

	неэлектролитов и электролитов.				
26	Неэлектролиты. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов. Фазовые диаграммы.	4	0	0	4
27	Электролиты. Коллигативные свойства растворов электролитов	2	0	0	2
28	Равновесия в растворах электролитов	0	0	6	6
29	Равновесия в растворах электролитов. Сильные электролиты.	4	0	0	4
30	Равновесия в растворах электролитов	0	0	6	6
31	Электролиты. Теории кислот и оснований. Гидролиз солей	4	0	0	4
32	Электролиты. Гетерогенные равновесия	2	0	0	2
33	Окислительно-восстановительные реакции	0	0	6	6
34	Окислительно-восстановительные реакции. Электрохимические процессы	4	0	0	4
35	Окислительно-восстановительные процессы	0	0	6	6
36	Электролиз растворов и расплавов. Коррозия металлов	4	0	0	4
37	Способы представления окислительно-восстановительных свойств элементов и их соединений	2	0	0	2
38	Комплексные соединения	0	0	6	6
39	Комплексные соединения	4	0	0	4
40	Комплексные соединения	0	0	6	6
41	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
42	Неорганическая химия	0	0	0	0
	Часов в 2 семестре	84	0	102	186
	Неорганическая химия	84	0	102	186
1	Лекция 1-2 Периодическая система элементов Д.И .Менделеева	4	0	0	4
2	Галогены	0	0	6	6
3	Лекция 3-4 Инертные газы. Водород	4	0	0	4
4	Лекция 5 Галогены	2	0	0	2
5	Сера	0	0	6	6
6	Лекция 6-7 Галогены. Халькогены	4	0	0	4
7	Азот	0	0	6	6
8	Лекция 8-9 Химия серы. Пниктогены	4	0	0	4
9	Лекция 10 Химия пниктогенов	2	0	0	2
10	Фосфор	0	0	6	6
11	Лекция 11-12 Соединения азота и фосфора	4	0	0	4
12	Сурьма, висмут	0	0	6	6
13	Лекция 13-14 Подгруппа мышьяка. Подгруппа углерода.	4	0	0	4
14	Лекция 15 Углерод. Кремний	2	0	0	2
15	Углерод, кремний	0	0	6	6

16	Лекция 16-17 Кремний	4	0	0	4
17	Олово, свинец	0	0	6	6
18	Лекция 18-19 Подгруппа германия. Подгруппа бора.	4	0	0	4
19	Лекция 20 Соединения бора	2	0	0	2
20	Бор. алюминий	0	0	6	6
21	Лекция 21-22 Химия алюминия. Подгруппа галлия	4	0	0	4
22	Бериллий, магний, кальций, стронций, барий	0	0	6	6
23	Лекция 23-24 3d-элементы. Щелочные металлы.	4	0	0	4
24	Лекция 25 Подгруппа бериллия	2	0	0	2
25	Свойства s- и p-элементов	0	0	6	6
26	Лекция 26-27 Переходные элементы. РЗЭ. Подгруппы титана и ванадия	4	0	0	4
27	Хром, молибден, вольфрам	0	0	6	6
28	Лекция 28-29 Подгруппы хрома и марганца	4	0	0	4
29	Лекция 30 Семейство железа	2	0	0	2
30	Марганец	0	0	6	6
31	Лекция 31-32 Семейство железа	4	0	0	4
32	Железо, кобальт, никель	0	0	6	6
33	Лекция 33-34 Карбонилы. Платиновые металлы	4	0	0	4
34	Лекция 35 Подгруппа меди	2	0	0	2
35	Медь, серебро	0	0	6	6
36	Лекция 36-37 Подгруппа меди и цинка	4	0	0	4
37	Цинк, кадмий, ртуть	0	0	6	6
38	Лекция 38-39 Подгруппа цинка	4	0	0	4
39	Лекция 40 Подгруппа цинка	2	0	0	2
40	Свойства d-элементов 4-8 групп	0	0	6	6
41	Лекция 41-42 Химия 3d-элементов. Химический анализ	4	0	0	4
42	Свойства d-элементов 1-3 групп	0	0	6	6
43	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
44	Экзамен	0	0	0	0
	Итого (часов)	164	0	198	362

3.2. Содержание дисциплины *(модуля)* по темам «Неорганическая химия, часть 1»

1. **"Введение в предмет. Основные законы и понятия стехиометрии."**

Лекционное занятие 1-2. Введение в предмет. Основные законы и понятия стехиометрии.

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Стехиометрические законы и их современное содержание. Закон сохранения массы веществ. Закон сохранения массы и энергии. Закон простых кратных отношений. Закон постоянства состава. Закон простых объемных отношений (химический газовый закон). Закон Авогадро. Следствия из закона Авогадро. Закон эквивалентов. Химическое строение. Структурные формулы. Изомерия, топологическая и конфигурационная.

2. **"Электронные представления в химии"**

Лекционное занятие 3. Электронные представления в химии.

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Опыт Резерфорда. Планетарная модель строения атома Нагаоки-Резерфорда. Атомное ядро, характеристики. Нуклоны. Изотопы. Изобары. Электродинамическая несостоятельность планетарной модели. Спектроскопия. Представление о физике электромагнитного поля. Атомные спектры излучения. Квантовая концепция стационарных состояний атома. Соотношение Планка. Постоянная Планка.

3. **"Техника безопасности. Стехиометрические законы"**

Лабораторная работа 1. Техника безопасности при работе в химических лабораториях. Стехиометрические законы.

На занятии рассматриваются следующие вопросы: Техника безопасности при выполнении лабораторных работ по курсу "Неорганическая химия". Студент должен знать стехиометрию химических взаимодействий, стехиометрические законы и их современное содержание;уметь решать задачи на стехиометрические законы.

4. **"Электронные представления в химии"**

Лекционное занятие 4-5. Электронные представления в химии.

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Теория Бора. Энергетический уровень. Главное квантовое число. Радиус стационарной орбиты для одноэлектронного атома. Энергия электрона на стационарной орбите в одноэлектронном атоме. Волновое число. Уравнение Бальмера-Ридберга. Постоянная Ридберга. Атомный спектр водорода. Несостоятельность теории Бора. Квантовомеханическое описание объектов микромира. Корпускулярно-волновой дуализм. Соотношение Де-Бройля. Волновое уравнение, его решения. Принцип неопределенности Гейзенберга. Волновая функция. Плотность вероятности нахождения электрона в заданном месте пространства. Радиальная плотность вероятности. Атомные орбитали. Граничная поверхность. Узловая поверхность. Уравнение Шредингера и его решения. Квантовые числа. Атомные спин-орбитали.

5. **"Способы выражения состава растворов"**

Лабораторная работа 2. Способы выражения состава растворов

Студент должен знать: способы выражения состава растворов - массовая доля, мольная доля, молярная концентрация, моляльная концентрация, молярная концентрация эквивалента, титр раствора; уметь решать задачи на выражение или с использованием концентраций растворов.

6. **"Электронные представления в химии"**

Лекционное занятие 6-7. Электронные представления в химии.

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Принцип (запрет) Паули. Энергетические диаграммы (электронно-графические структуры) атомов. Квантовые ячейки. Строение многоэлектронных атомов. Одноэлектронное приближение. Эффективный заряд атомного ядра. Эффект межэлектронного взаимодействия в атоме. Экранирование. Эффект электронного проникновения. Энергетические уровни и подуровни. Правила Клечковского. Энергии АО. Электронные формулы. Принцип наименьшей энергии. Связь периодической системы и электронного строения атомов. Правило Хунда (принцип максимальной мультиплетности). Общие закономерности и аномалии в последовательности заполнения электронами атомных орбиталей. Электронные семейства элементов.

Атомные радиусы. Тенденции изменения атомных радиусов в горизонтальных и вертикальных рядах периодической системы. d- и f- сжатие. Энергия (потенциал) ионизации, сродство к электрону. Электроотрицательность, закономерности изменения в горизонтальных и вертикальных рядах периодической системы, связь с электронными конфигурациями атомов.

7. **"Электронные представления в химии"**

Лекционное занятие 8. Электронные представления в химии.

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева, связь с электронным строением атомов. Валентные электроны. Переходные и непереходные элементы.Оптические спектры молекул и составляющих их атомов. Химическая связь. Роль теории электронного строения атомов. Валентные электроны и валентные возможности атомов.

8. **"Строение атома, Периодическая система"**

Лабораторная работа 3. Строение атома, Периодическая система

Студент должен: знать историю развития представлений о строении атома; модели строения атома (Дж. Томпсона, Э. Резерфорда и Н. Бора), их достоинства и недостатки; виды элементарных частиц и состав ядра атома; двойственность свойств электрона, уравнение де Бройля; волновое уравнение Шредингера; принцип неопределенности В. Гейзенберга; физический смысл порядкового номера элемента; изотопы, изобары; квантовые числа, их физический смысл; принцип Паули и следствия из него; распределение электронов на внешнем энергетическом уровне атома в соответствии с правилами Ф. Гунда; правила В. М. Клечковского; формулировки периодического закона Д. И. Менделеева, его философско-научное значение; понятие об энергии ионизации , сродства к электрону и электроотрицательности атомов; периодичность изменения свойств элементов по группам и периодам таблицы Д. И. Менделеева; уметь определять количество электронов и протонов в атоме, зная его порядковый номер; вычислять количество нейтронов, содержащихся в разных изотопах одного и того же элемента ; обосновать волновые и корпускулярные свойства электрона; определять количество элементов в периодах таблицы Д. И. Менделеева (реальное и максимально возможное); устанавливать связь между положением элемента в периодической таблице и электронным строением атома ; составлять электронные и электронно - графические формулы атомов, исходя из их положения в таблице; сопоставлять физические и химические свойства элементов, руководствуясь их положением в периодической системе; рассчитывать количество энергетических уровней, подуровней и электронов на данном уровне ; уметь определять форму и расположение электронных облаков в объеме атома, применяя квантовые числа.

9. **"Электронные представления в химии"**

Лекционное занятие 9-10. Электронные представления в химии.

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Ионная теория Косселя. Роль октетной электронной конфигурации. Электровалентность. Роль электронной пары в образовании химической связи. Электронная теория химической связи Льюиса-Лэнгмюра.

Роль неспареных электронов. Свободные радикалы. Образование электронных пар. Валентность (ковалентность) По Льюису-Лэнгмюру.
Ковалентная связь. Полярные и неполярные молекулы. Полярность связи. Эффективный заряд. Диполь. Дипольный момент двухатомной молекулы. Ионная связь. Механизмы образования ковалентной связи. Ковалентность. Основные и возбужденные состояния атомов. Промотирование электронов. Перекрывание АО. Сигма-связь. Валентные углы. Пи-связь. Геометрическая изомерия молекул.

10. **"Химическая связь"**

Лабораторная работа 4. Химическая связь

Студент должен: знать параметры связи – длину, энергию и прочность связи, валентный угол; виды химической связи; механизмы образования ковалентной связи – метод валентных связей и метод молекулярных орбиталей; свойства ковалентной связи и её виды; типы гибридизации атомных орбиталей и геометрическую конфигурацию молекул; уметь определять ковалентность атомов в нормальном и возбужденном состоянии; предсказывать геометрическую форму молекул; определять изменение полярности связей, исходя из положения атомов в периодической системе; определять прочность металлов, основываясь на их валентности; строить схемы образования различных молекул, используя метод валентных схем; строить энергетические схемы образования различных молекул по методу молекулярных орбиталей.

11. **"Электронные представления в химии"**

Лекционное занятие 11-12. Электронные представления в химии.

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Электронное строение молекул. Гибридизация АО, полная и неполная. Метод валентных связей (МВС). Описание химической связи в молекуле водорода Гейтлером и Лондоном. Обменное взаимодействие. Потенциальные кривые. Эффективный заряд атомного ядра. Свойства ковалентной связи. Насыщаемость ковалентной связи.

12. **"Электронные представления в химии"**

Лекционное занятие 13. Электронные представления в химии.

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Направленность ковалентной связи. Ограниченность МВС.

13. **"Тепловые эффекты химических реакций"**

Студенты знакомятся с правилами техники безопасности при нахождении в химической лаборатории и при выполнении лабораторных работ. Обучаются основам методов определения тепловых эффектов реакции нейтрализации, процессов растворения безводных солей и их кристаллогидратов, учатся экспериментально определять и вычислять энтальпии гидратации веществ.

См. Лабораторная работа №4 (Н.А. Хритохин, Т.Г. Шиблева, Г.М. Можаев, А.В. Кертман. Неорганическая химия. Часть I. Учебно-методический комплекс. Методические указания для студентов I курса направления 020100.62 «Химия». Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2013. 53 с.)

14. **"Электронные представления в химии"**

Лекционное занятие 14-15. Электронные представления в химии.

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Метод молекулярных орбиталей. МО-ЛКАО. Плотность перекрывания АО. Интеграл перекрывания. Связывающие (СМО), несвязывающие (НМО) и разрыхляющие (РМО) молекулярные орбитали. Энергетические диаграммы (электронно-графические структуры) молекул. Порядок связи. Магнитные свойства. Магнитный момент. Химическая связь в атомных кристаллах. Представление о

зонной теории. Валентная зона, зона проводимости, запрещенная зона. Металлы, полупроводники, диэлектрики.

15. **"Основы химической термодинамики"**

Лабораторная работа 6. Основы химической термодинамики

Защита лабораторной работы по теме "Тепловые эффекты химических реакций". Студент должен знать типы термодинамических систем, термодинамические функции, сущность внутренней энергии, её составные части; изохорные и изобарные процессы в химических реакциях; законы термодинамики, сущность энтальпии, понятие стандартной энтальпии; закон Гесса и следствия из него; изменение энтальпии в экзо- и эндотермических реакциях; сущность энтропии, изменение её в ходе химической реакции; уметь решать задачи на вычисление теплового эффекта любой реакции в стандартных условиях, определение изменения энтропии при переходе вещества из одного агрегатного состояния в другое, основываясь на следствии из закона Гесса; вычисление изменения энтропии в ходе химической реакции.

16. **"Электронные представления в химии"**

Лекционное занятие 16-17. Электронные представления в химии.

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Межмолекулярные взаимодействия. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциальные кривые Леннарда-Джонса. Типы межмолекулярных взаимодействий. Эффекты Кеезома, Дебая, Лондона. Водородная связь. Межмолекулярная и внутримолекулярная. Особое положение и значение водородной связи.

17. **"Основы химической термодинамики"**

Лекционное занятие 18. Основы химической термодинамики

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Представление о химической термодинамике. Первый закон термодинамики.

18. **"Химическая кинетика. Катализ. Химическое равновесие."**

Лабораторная работа 7. Химическая кинетика. Катализ. Химическое равновесие

В ходе занятия студенты выполняют две лабораторных работы:

Химическая кинетика. Катализ.

Химическое равновесие.

В первой лабораторной работе студенты знакомятся с методами определения скоростей химических реакций, изучают зависимости скорости химических реакций от концентрации реагирующих веществ, температуры проведения реакции, влияние на скорость реакции катализаторов и ингибиторов.

См. Лабораторная работа №5 (Н.А. Хритохин, Т.Г. Шиблева, Г.М. Можаев, А.В. Кертман. Неорганическая химия. Часть I. Учебно-методический комплекс. Методические указания для студентов I курса направления 020100.62 «Химия». Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2013. 53 с.)

Во второй работе студенты знакомятся с методами и направлением смещения химического равновесия при изменении внешних условий протекания химических реакций.

См. Лабораторная работа № 6 (Н.А. Хритохин, Т.Г. Шиблева, Г.М. Можаев, А.В. Кертман. Неорганическая химия. Часть I. Учебно-методический комплекс. Методические указания для студентов I курса направления 020100.62 «Химия». Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2013. 53 с.)

19. **" Основы химической термодинамики"**

Лекционное занятие 19-20. Основы химической термодинамики

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Термохимия. Закон Гесса и его применения. Энтальпийные диаграммы. Энергии связей. Второй и третий законы термодинамики. Энтропия.

20. **"Основы химической кинетики"**

Защита лабораторных работ по теме «Химическая кинетика. Катализ» и "Химическое равновесие". Студент должен знать понятие гомогенных и гетерогенных реакций; скорость химической реакции (среднюю и мгновенную); основной закон химической кинетики – закон действия масс; влияние температуры на скорость реакции, правило Вант-Гоффа; теорию активных соударений, энергию активации, уравнение Аррениуса; катализ, его виды − гомогенный и гетерогенный; что такое химическое равновесие; условия необратимости реакций; гомогенные и гетерогенные реакции; константу химического равновесия; закон действующих масс для равновесных реакций; смещение химического равновесия по принципу Ле-Шателье; уметь определить экспериментально зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ, рассчитать температурный коэффициент и установить, во сколько раз возросла скорость реакции при повышении температуры; определить влияние катализатора на скорость химической реакции; вычислить скорость данной реакции, используя закон действия масс.; уметь определить тип реакций – гомогенная или гетерогенная; составить математическую формулу константы равновесия для гомогенной и гетерогенной реакции; рассчитать константу химического равновесия, равновесные и исходные концентрации веществ в обратимой системе; предсказать направление смещения равновесия химической реакции по принципу Ле-Шателье при изменении условий равновесия.

21. **"Основы химической термодинамики"**

Лекционное занятие 21-22. Основы химической термодинамики

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Определение направления самопроизвольного протекания и движущей силы химических процессов. Энергия Гиббса (свободная энтальпия) и ее составляющие. Энергия Гельмгольца. Условие термодинамического равновесия. Химическое равновесие с точки зрения термодинамики. Активность. Обратимые и необратимые реакции. Константа равновесия, зависимость от температуры. Принцип Ле Шателье-Брауна.

22. **"Основы химической кинетики"**

Лекционное занятие 23. Основы химической кинетики

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Представление о химической кинетике. Скорость химической реакции, средняя и истинная. Формальная кинетика. Основной закон химической кинетики. Кинетические уравнения. Константа скорости, физический смысл. Молекулярность реакции. Порядок реакции (частный и общий). Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Температурный коэффициент.

23. **"Химические равновесия в растворах электролитов"**

Лабораторная работа 9. Химические равновесия в растворах электролитов

В ходе лабораторной работы студенты знакомятся с методами определения pH растворов кислот и оснований, буферных растворов, исследуют влияние одноименного иона электролита на смещение химического равновесия, изучают типы гидролиза солей и влияние на протекание реакции гидролиза температуры и концентрации раствора, изучают процессы образования и растворения осадков малорастворимых соединений.

См. Лабораторная работа № 7 (А.В. Кертман, Н.А. Хритохин, Г.М. Можаев, Т.М. Бурханова. Неорганическая химия. Часть II: учебно-методический комплекс. Методические указания

для студентов I курса направления 020100.62 «Химия». Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета. 2014. 52 с.)

24. **"Основы химической кинетики"**

Лекционное занятие 24-25. Основы химической кинетики

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Представление о теории абсолютных скоростей реакций. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Предэкспоненциальный множитель, физический смысл. Представление о катализе. Катализ гомогенный и гетерогенный. Автокатализ. Применения катализа. Ингибирование. Обратимые и необратимые реакции. Химическое равновесие. Активность. Константа равновесия, зависимость от температуры. Принцип Ле Шателье-Брауна.

25. **"Коллигативные свойства растворов неэлектролитов и электролитов."**

Защита лабораторной работы по теме «Химические равновесия в растворах электролитов». Студент должен знать понятие неэлектролита; коллигативные свойства растворов неэлектролитов, от чего они зависят; идеальные растворы; осмос и осмотическое давление, закон Вант-Гоффа; понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором нелетучего неэлектролита, первый закон Рауля; повышение температуры кипения и понижение температуры кристаллизации раствора неэлектролитов, второй и третий законы Рауля; физико-химические объяснение законов; понятие эбуллиоскопии и криоскопии; уметь решать задачи на законы Вант-Гоффа и Рауля.

Студент должен знать понятие электролита; коллигативные свойства растворов электролитов; почему электролиты обладают аномально высокими величинами коллигативных свойств по сравнению со свойствами растворов неэлектролитов; закон Вант-Гоффа и законы Рауля для растворов электролитов; понятие изотонического коэффициента; степень диссоциации, ее связь с изотоническим коэффициентом;

26. **"Неэлектролиты. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов. Фазовые диаграммы."**

Лекционное занятие 26-27. Неэлектролиты. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов. Фазовые диаграммы.

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Неэлектролиты. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов. Законы Рауля. Эбуллиоскопическая и криоскопическая константы, физический смысл. Осмос, движущая сила. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа. Обратный осмос. Методы определения молекулярных масс. Конденсированное состояние вещества. Фазовые диаграммы. Диаграмма состояния воды.

27. **"Электролиты. Коллигативные свойства растворов электролитов"**

Лекционное занятие 28. Электролиты. Коллигативные свойства растворов электролитов.

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Растворы электролитов. Коллигативные свойства растворов электролитов. Электролитическая диссоциация. Изотонический коэффициент. Физико-химическая теория растворов. Диэлектрическая проницаемость растворителя.

28. **"Равновесия в растворах электролитов"**

Студент должен знать: константа электролитической диссоциации электролитов; константы основности и кислотности соединений; закон разбавления Оствальда; уметь решать задачи на закон Оствальда для растворов электролитов. Сильные электролиты. Активность, коэффициент активности, ионная сила раствора, водородный и гидроксильный показатели,

29. **"Равновесия в растворах электролитов. Сильные электролиты."**

Лекционное занятие 29-30. Равновесия в растворах электролитов. Сильные электролиты.

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Степень электролитической диссоциации, связь с изотоническим коэффициентом. Классификация электролитов по силе. Равновесия в растворах электролитов. Сильные электролиты. Кажущаяся степень диссоциации. Активность (Льюис). Коэффициент активности. Понятие о теории Дебая-Хюккеля. Ионная сила раствора. Солевой эффект. Закон разбавления Оствальда. Диссоциация (ионизация) воды (автопротолиз). Ионное произведение воды. Водородный и гидроксильный показатели. Буферные растворы, их действие. Уравнение Хендерсона-Хассельбальха. Буферная емкость.

30. **"Равновесия в растворах электролитов"**

Студент должен знать: понятие буферных растворов их типы, принцип действия, буферная емкость; вывод формул для расчета pH в буферных растворах, уравнение Хендерсона-Хассельбальха; уметь рассчитывать величины pH и pOH растворов сильных и слабых кислот и оснований, буферных растворов без учета и с учетом ионной силы раствора; причины и типы гидролиза солей; условия полного гидролиза; степень и константа гидролиза, их взаимосвязь; вывод формул для расчета pH в растворах гидролизующихся солей; растворимость и произведение растворимости малорастворимого электролита, их взаимосвязь; условия образования и растворения осадка; уметь писать уравнения реакций гидролиза солей; определять реакцию среды в растворах гидролизующихся солей; рассчитывать величину pH растворов солей, рассчитывать растворимость соли; определять возможность образования или растворения осадка при смешивании растворов электролитов без учета и с учетом ионной силы раствора.

31. **"Электролиты. Теории кислот и оснований. Гидролиз солей"**

Лекционное занятие 31-32. Электролиты. Теории кислот и оснований. Гидролиз солей

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Кислоты и основания. Кислотно-основные реакции. Протолитическая теория Бренстеда-Лаури. Протолитические превращения в растворах электролитов. Сопряженные протолитические пары кислота/основание. Теория Лукса – Флуда. Теория Усановича. Электронная теория кислотно-основных реакций Льюиса. Теория ЖМКО (Пирсон). Гидролиз солей как частный случай протолитических превращений в водных растворах электролитов. Константа и степень гидролиза. Формулы для расчета pH водных растворов гидролизующихся солей.

32. **"Электролиты. Гетерогенные равновесия"**

Лекционное занятие 33. Электролиты. Гетерогенные равновесия

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Гетерогенные равновесия. Произведение растворимости и растворимость. Смещение равновесия осадок - насыщенный раствор. Реакции обмена в растворах электролитов. Правило Бертолле. Смещение равновесия в реакциях обмена. Разрушение комплексов и растворение осадков. Кислотно-основные взаимодействия.

33. **"Окислительно-восстановительные реакции"**

Лабораторная работа 13. Окислительно-восстановительные реакции

В ходе выполнения лабораторной работы студенты изучают окислительно-восстановительные свойства простых и сложных веществ, влияние кислотности среды на протекание окислительно-восстановительных реакций влияние на протекание реакции гидролиза температуры и концентрации раствора, изучают процессы образования и растворения осадков малорастворимых соединений.

См. Лабораторная работа № 8 (А.В. Кертман, Н.А. Хритохин, Г.М. Можаев, Т.М. Бурханова. Неорганическая химия. Часть II: учебно-методический комплекс. Методические указания для студентов I курса направления 020100.62 «Химия». Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета. 2014. 52 с.)

34. **"Окислительно-восстановительные реакции. Электрохимические процессы"**

Лекционное занятие 34-35. Окислительно-восстановительные реакции. Электрохимические процессы

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Окислительно-восстановительные реакции (ОВР). Степень окисления (электрохимическая валентность). Окисление и восстановление. Окислители и восстановители. Классификация ОВР. Составление уравнений ОВР. Фактор эквивалентности окислителей и восстановителей. Электрохимические процессы. Электродный потенциал. Число Фарадея. Уравнение Нернста. Водородный электрод. Ряд напряжений. Окислительно-восстановительные потенциалы. Таблица стандартных окислительно-восстановительных потенциалов, выводы из нее. Направление протекания ОВР. Константа равновесия окислительно-восстановительного процесса.

35. **"Окислительно-восстановительные процессы"**

Лабораторная работа 14. Окислительно-восстановительные процессы

Подготовка к выполнению лабораторной работы по теме «Окислительно-восстановительные процессы». Студент должен знать понятие окислителя и восстановителя, окисления и восстановления; важнейшие окислители и восстановители; типы окислительно-восстановительных реакций; методы электронного и электронно-ионного баланса; уметь написать уравнение любой окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронно-ионного баланса, определить окислитель и восстановитель; рассчитать их фактор эквивалентности и молярную массу эквивалента; механизм возникновения двойного электрического слоя (электродного потенциала металла); стандартные электродные потенциалы, ряд напряжений металлов; уравнение Нернста; устройство и принцип действия гальванических элементов, их ЭДС; основные законы электролиза (законы Фарадея); последовательность протекания электродных процессов; аноды растворимые и нерастворимые; электролиз растворов и расплавов соединений; виды коррозии; химическую и электрохимическую коррозию и процессы, протекающие на металлах в разных средах; методы защиты металлов от коррозии; гальванические покрытия; ингибиторы коррозии; уметь вычислять электродный потенциал любого металла при условиях, отличающихся от стандартных; вычислять ЭДС гальванического элемента; составлять уравнения токообразующих реакций в гальванических элементах; вычислять массу вещества, выделившегося на электроде, используя законы Фарадея; определять, какие металлы и в какой последовательности будут электрохимически восстанавливаться на катоде; составить уравнения окислительно - восстановительных процессов, протекающих при химической и электрохимической коррозии;

36. **"Электролиз растворов и расплавов. Коррозия металлов"**

Лекционное занятие 36-37. Электролиз растворов и расплавов. Коррозия металлов

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Электролиз растворов и расплавов. Электролитическое рафинирование металлов. Законы Фарадея. Коррозия металлов, типы коррозии и борьба с ней.

37. **"Способы представления окислительно-восстановительных свойств элементов и их соединений"**

Лекционное занятие 38. Способы представления окислительно-восстановительных свойств элементов и их соединений

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Вольт-эквивалент. Диаграммы Латимера. Диаграммы Фроста. Сопоставление окислительно-восстановительных свойств и устойчивости соединений элементов в разных степенях окисления. pH-зависимые окислительно-восстановительные потенциалы. Диаграммы Пурбэ.

38. **"Комплексные соединения"**

Лабораторная работа 15. Комплексные соединения

В ходе выполнения лабораторной работы студенты знакомятся с условиями образования и разрушения комплексных соединений, изучают способы получения соединений с комплексным катионом и с комплексным анионом, характер диссоциации комплексных солей в сравнении с диссоциацией двойных солей, влияние концентрации исходных растворов солей на комплексообразование, проводят химический синтез комплексной соли.

См. Лабораторная работа № 9 (А.В. Кертман, Н.А. Хритохин, Г.М. Можаев, Т.М. Бурханова. Неорганическая химия. Часть II: учебно-методический комплекс. Методические указания для студентов I курса направления 020100.62 «Химия». Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета. 2014. 52 с.)

39. **"Комплексные соединения"**

Лекционное занятие 39-40. Комплексные соединения

На лекции рассматриваются следующие вопросы: Координационная теория Вернера. Комплексообразователь. Лиганды, дентатность. Координационное число. Внутренняя и внешняя сферы комплекса. Классификация, номенклатура и изомерия комплексных соединений (КС). Диссоциация КС в водных растворах. Константы нестойкости и устойчивости, ступенчатые и общие. Образование и разрушение КС: термодинамика и кинетика. Химическая связь в КС с позиций метода валентных связей (МВС). Координационная связь, механизм образования. Донорно-акцепторная и дативная связь. Геометрическая форма комплекса. Типы гибридизации валентных орбиталей комплексообразователя. Спектрохимический ряд лигандов. Магнитные свойства комплексов. Факторы, определяющие устойчивость комплекса. Комплексы внутри- и внешнеорбитальные, низко- и высокоспиновые, инертные и лабильные. Кинетика и механизмы химических реакций комплексных соединений. еория кристаллического поля (ТКП). Расщепление d-орбиталей комплексообразователя в октаэдрическом и тетраэдрическом лигандном поле. Факторы, определяющие энергию расщепления. Образование спин-спаренных и спин-свободных комплексов. Энергия стабилизации кристаллическим полем (ЭСКП). Окраска комплексов. Химическая связь в КС с позиций метода молекулярных орбиталей (ММО).

40. **" Комплексные соединения"**

Лабораторная работа 16. Комплексные соединения

Защита лабораторной работы по теме «Комплексные соединения». Студент должен знать теорию Вернера; строение комплексных соединений; классификацию, номенклатуру и изомерию комплексных соединений; диссоциацию и константы нестойкости (устойчивости) комплексных ионов; уметь составлять уравнения электролитической диссоциации комплексных соединений; определять устойчивость комплексных ионов на основании значений их констант нестойкости; составлять координационные формулы комплексных соединений и предсказывать число возможных изомеров; рассчитывать концентрацию комплексообразователя в растворе комплексного соединения; определять возможность образования осадка при добавлении раствора электролита к раствору комплексного соединения; методы описания химической связи в комплексных соединениях; механизмы образования химической связи; типы гибридизации валентных орбиталей центрального атома; спектрохимический ряд лигандов; факторы, определяющие энергию расщепления d-

орбиталей комплексообразователя; уметь применять метод валентных связей, теорию кристаллического поля и метод молекулярных орбиталей для описания химической связи в комплексных соединениях; определять тип гибридизации центрального атома и геометрическую форму комплекса; магнитные свойства комплекса, его окраску.

41. **"Консультация перед экзаменом"**

На консультацию приглашаются все желающие студенты, обучающиеся на курсе. Особое внимание на посещение консультации необходимо обратить студентам, которые не набрали проходной балл (61), а также студентам, желающим повысить экзаменационную оценку путем сдачи экзамена

42. **Экзамен. "Неорганическая химия "**

Проходной балл для студентов, освоивших дисциплину "Неорганическая химия, часть 1)", составляет 61 балл, набранных путем суммирования баллов на учебных встречах, из возможных 100 баллов.

Студенты, набравшие менее 61 балла за дисциплину, в обязательном порядке сдают экзамен.

Студенты, набравшие от 61 до 75.99 баллов, имеют право не посещать экзамен и получить оценку "удовлетворительно".

Студенты, набравшие от 76 до 90.99 баллов, имеют право не посещать экзамен и получить оценку "хорошо".

Студенты, набравшие более 91 балла автоматически получают оценку "отлично".

Студенты, набравшие от 61 до 90.99 баллов, имеют право повысить свою оценку путем сдачи экзамена. При этом, оценка, набранная путем суммирования баллов в течение семестра, аннулируется и в зачетную книжку проставляется оценка, полученная на экзамене.

Порядок прохождения экзамена:

В первой группе для подготовки к ответу на экзаменационный билет в аудиторию входят 8 студентов. Каждый из студентов должен иметь при себе зачетную книжку, ручку, бумагу, желательно иметь при себе справочные материалы, таблицы (периодическая система Д.И.Менделеева, растворимости и т.д.), калькулятор для проведения математических расчетов. Время на подготовку – 45 минут. Не разрешается пользоваться смартфонами и другими средствами, несущими фактическую информацию ответа на экзаменационные вопросы. Ответы на экзаменационные вопросы оцениваются по системе: «отлично» - студент дал полные ответы на теоретические вопросы и решил практическую часть билета; «хорошо» - есть некоторое непонимание сущности вопроса и недочеты при ответе на билет; «удовлетворительно» - студент слабо разбирается в теоретических вопросах, при наводящих вопросах экзаменатора пытается сформулировать ответ, практические задачи не решены, но при помощи экзаменатора студент пытается довести решение до логического конца; «неудовлетворительно» - студент невразумительно или совсем не отвечает на теоретические вопросы, практическая часть билета не решена, на наводящие ответы экзаменатора ответить не может.

С экзаменационными вопросами можно ознакомиться в разделе 5.3 настоящего издания.

«Неорганическая химия, часть 2»

1. **"Лекция 1-2 Периодическая система элементов Д.И .Менделеева "**

Информационная лекция

Периодическая система элементов Д.И.Менделеева как основа химической систематики. Структура периодической системы, связь со строением атомов. Переходные и непереходные элементы. Валентные электроны. Типические (по Менделееву) элементы.Общие закономерности и аномалии в изменении свойств элементов и их соединений. Степени окисления. Правило четности. Вторичная периодичность.

Диагональное сходство. Горизонтальные и вертикальные аналогии. Внутренняя периодичность.

2. **"Галогены"**

ГАЛОГЕНЫ

Опыт 1. Получение и свойства галогенов.
Опыт 2. Окислительно-восстановительные свойства галогенов.
Опыт 3. Свойства галогенводородов и галогенид-ионов.
Опыт 4. Кислородные соединения галогенов.
Опыт 5. Экспериментальная задача.

3. **"Лекция 3-4 Инертные газы. Водород"**

Инертные газы, строение, свойства. Химия фтор- и кислородсодержащих соединений ксенона. Представление об описании многоцентровых химических связей в теории гипервалентных связей. Водород. Положение в периодической системе. Простое вещество. Химические свойства. Значение водородной связи.

4. **"Лекция 5 Галогены"**

Галогены, общая характеристика. Особенности фтора. Галогеноводороды: устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства, способ получения. Галогениды, химическая связь, гидролиз.

5. **"Сера"**

СЕРА

Опыт 1. Ромбическая сера.
Опыт 2. Пластическая сера.
Опыт 3. Диспропорционирование серы.
Опыт 4. Окислительные свойства серы
Опыт 5. Получение и свойства сероводорода.
Опыт 6. Восстановительные свойства сероводорода.
Опыт 7. Получение и свойства сульфида алюминия.
Опыт 8. Получение сульфидов металлов.
Опыт 9. Получение сернистого газа сжиганием серы (**ТЯГА!**).
Опыт 10. Окислительно-восстановительные свойства сернистой кислоты.
Опыт 11. Реакция на сульфит-ион.
Опыт 12. Обугливание органических веществ под действием серной кислоты.
Опыт 13. Окислительные свойства серной кислоты.
Опыт 14. Реакция на сульфат-ион.
Опыт 15. Тиосульфат натрия.
Опыт 16. Гомогенный катализ.

6. **"Лекция 6-7 Галогены. Халькогены"**

Кислородсодержащие соединения галогенов, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Хлорная известь. Бертолетова соль.

Халькогены, общая характеристика. Простые вещества, строение и свойства. Катенация. Халькогеноводороды: строение, устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Халькогениды, химическая связь. Оксиды и сульфиды. Ангидриды и тиоангидриды. Тиосоли. Пероксосоединения. Полисульфиды.

7. **"Азот"**

АЗОТ

Опыт 1. Получение аммиака и растворение его в воде.

Опыт 2. Получение оксида азота (II).
Опыт 3. Получение концентрированной азотной кислоты.
Опыт 4. Свойства водородных соединений азота.
Опыт 5 Азотистая кислота и ее соли.
Опыт 6 Азотная кислота и ее соли.
Опыт 7. Экспериментальная задача.

8. **"Лекция 8-9 Химия серы. Пниктогены"**

Кислородсодержащие соединения серы. Сернистый ангидрид и сернистая кислота, окислительно-восстановительная двойственность. Тионилхлорид, получение, свойства, применение. Тиосерная кислота и ее соли, строение и свойства. Серные гомоцепи. Политионовые кислоты и их соли. Серный ангидрид и серная кислота. Фтор- и хлорсульфоновая кислоты. Сульфурилхлорид. Полисерные кислоты и их соли.

Пниктогены, общая характеристика. Азот, основные валентные состояния, окислительно-восстановительные превращения. Строение молекулы и особенности химии азота. Азот в природе. Физико-химические аспекты проблемы связанного азота: термодинамика и кинетика. Особенности термодинамики и кинетики химической реакции синтеза аммиака из простых веществ. Получение и очистка азота. Ректификация воздуха. Сравнение простых веществ, образованных элементами - пниктогенами: строение молекул, реакционная способность. Фосфор, основные валентные состояния, устойчивость, окислительно-восстановительные превращения, сравнение с азотом.

9. **"Лекция 10 Химия пниктогенов"**

Пниктогеноводороды: строение, свойства, комплексующее действие. Аммиак и фосфин: устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Соли аммония и фосфония, устойчивость. Обзор водородных соединений азота. Гидразин, сравнение с пероксидом водорода и аммиаком, кислотность, устойчивость, свойства, производные. Гидроксиламин, сравнение с пероксидом водорода, аммиаком и гидразином, устойчивость, свойства, производные. Азотистоводородная кислота и ее соли.

10. **"Фосфор"**

ФОСФОР
Опыт 1. Химическое никелирование
Опыт 2. Фосфорные кислоты и их соли
Опыт 3. Галогениды фосфора

11. **"Лекция 11-12 Соединения азота и фосфора"**

Кислородные соединения азота, окислительно-восстановительные реакции, комплексы. Азотистая кислота и ее соли, строение, окислительно-восстановительная двойственность. Азотная кислота и ее соли, характер восстановления.

Соединения фосфора с водородом и кислородом, устойчивость. Оксиды фосфора. Фосфорноватистая кислота и гипофосфиты. Фосфористая кислота, таутомерия, производные. Фосфорные кислоты и их производные.

12. **"Сурьма, висмут"**

СУРЬМА, ВИСМУТ
Опыт 1. Гидроксиды сурьмы и висмута.
Опыт 2. Гидролиз солей сурьмы.
Опыт 3. Получение и свойства сульфидов сурьмы.
Опыт 4. Получение и свойства сульфида висмута
Опыт 5. Окислительные свойства висмутат-ионов.
Опыт 6. Отношение висмутата натрия к растворам серной и соляной кислот.

13. **" Лекция 13-14 Подгруппа мышьяка. Подгруппа углерода."**

Кислородсодержащие соединения мышьяка, сурьмы и висмута, оксо- и гидроксоформы. Сравнение устойчивости, кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений пниктогенов.

Соединения мышьяка, сурьмы и висмута с серой и галогенами, гидролиз. Тиосоли.

Подгруппа углерода, общая характеристика. Простые вещества, строение и свойства, особенности кристаллического состояния. Полиморфизм. Искусственные алмазы. Особенности химии углерода. Углеродные гомоцепи. Представление об органической химии. Карбиды.

14. **"Лекция 15 Углерод. Кремний"**

Оксиды углерода, строение молекул, свойства. Угольная кислота и ее соли. Временная жесткость воды.

Особенности химии кремния, сравнение с углеродом. Силициды, сравнение с карбидами. Силаны и алканы, сравнение устойчивости, отношение к воде, окислительно-восстановительные свойства.

15. **"Углерод, кремний"**

УГЛЕРОД, КРЕМНИЙ

Опыт 1. Активированный уголь.

Опыт 2. Оксид углерода (II).

Опыт 3. Углекислый газ, угольная кислота и ее соли

Опыт 4. Кремний.

Опыт 5. Кремниевый ангидрид, кремниевые кислоты и их соли.

16. **"Лекция 16-17 Кремний"**

Кремниевый ангидрид, сравнение с угольным, свойства. Кремниевые кислоты и их соли. Силикаты и карбонаты, особенности гидролиза. Золи и гели кремниевых кислот. Силикагель. Особенности аморфного кремнезема и силикатов.

Кремний в природе. Алюмосиликаты. Цеолиты. Керамика. Цемент. Вяжущие вещества. Стекла. Стеклообразное состояние вещества. Кремнийорганические соединения. Силанолы. Силоксаны. Силиконы.

17. **"Олово, свинец"**

ОЛОВО, СВИНЕЦ

Опыт 1. Олово и свинец.

Опыт 2. Соединения олова (II).

Опыт 3. Соединения свинца (II).

Опыт 4. Соединения олова (IV).

Опыт 5. Оксид свинца (IV).

18. **"Лекция 18-19 Подгруппа германия. Подгруппа бора."**

Германий, олово, свинец, основные соединения, сравнение их устойчивости кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств. Соединения элементов подгруппы углерода с галогенами, гидролиз.

Подгруппа бора, общая характеристика, сравнение с РЗЭ. Бор, координационные числа, особенности их стабилизации. Химия бора. Соединения с металлами, водородом, галогенами и кислородом, устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства.

19. **"Лекция 20 Соединения бора"**

Борный ангидрид, борные кислоты и их производные, сравнение с аналогичными соединениями кремния. Бура: состав, строение, гидролиз. Применение соединений бора в химическом анализе. Особенности качественного и количественного анализа соединений бора.

20. **"Бор. алюминий"**

БОР, АЛЮМИНИЙ

Опыт 1. Получение аморфного бора.
Опыт 2. Получение борной кислоты.
Опыт 3. Свойства ортоборной кислоты.
Опыт 4. Свойства солей борных кислот.
Опыт 5. Получение борноэтилового эфира.
Опыт 6. Свойства алюминия.
Опыт 7. Алюмотермия
Опыт 8. Соединения алюминия.

21. **"Лекция 21-22 Химия алюминия. Подгруппа галлия"**

Химия алюминия. Оксид алюминия и его роль. Кислотно-основные свойства соединений алюминия. Гидролиз солей. Полиядерные комплексы. Гелеобразование, сравнение с соединениями кремния. Алюминий в природе.

Галлий, индий и таллий, сравнение с РЗЭ. Особенности химии таллия, токсикология.

22. **"Бериллий, магний, кальций, стронций, барий"**

БЕРИЛЛИЙ, МАГНИЙ, КАЛЬЦИЙ, СТРОНЦИЙ, БАРИЙ

Опыт 1. Свойства магния.
Опыт 2. Получение и свойства гидроксида бериллия.
Опыт 3. Получение и свойства гидроксидов магния и кальция.
Опыт 4. Основной карбонат бериллия.
Опыт 5. Карбонаты щелочноземельных металлов.
Опыт 6. Сульфаты щелочноземельных металлов.
Опыт 7. Окрашивание пламени солями щелочноземельных металлов.
Опыт 8. Определение временной жесткости воды.

23. **"Лекция 23-24 3d-элементы. Щелочные металлы."**

Оксосоединения 3р-элементов. Элемент-кислородные гетероцепи, устойчивость, оксополисоединения. Окислительно-восстановительные свойства оксосоединений 3р-элементов.

Щелочные металлы, общая характеристика. Простые вещества, свойства. Кислородные соединения. Диагональное сходство (литий-магний).

24. **" Лекция 25 Подгруппа бериллия"**

Подгруппа бериллия, общая характеристика, диагональное сходство, химическая связь в соединениях, сравнение со щелочными металлами. Оксиды, гидроксиды, их производные, кислотно-основные свойства. Комплексообразование. Разделение, выделение и очистка соединений, химический анализ. Жесткость воды, определение, способы устранения.

25. **"Свойства s- и p-элементов"**

Рассматриваются общие и частные свойства s- и p-элементов, реакции простых веществ и соединений. Решение задач.

26. **"Лекция 26-27 Переходные элементы. РЗЭ. Подгруппы титана и ванадия"**

Особенности строения атомов переходных элементов, сравнение с непереходными. Изменение атомных радиусов и свойств в рядах и подгруппах переходных элементов. d- и f-сжатие. Комплексообразующая способность переходных элементов. Закономерности в изменении характерных степеней окисления переходных элементов в рядах и подгруппах, основные тенденции. Изменение устойчивости, окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств кислородных соединений переходных элементов и их производных.

РЗЭ. Общая характеристика. Лантаноиды и актиноиды, строение атома, свойства, внутренняя периодичность. Подгруппы титана и ванадия, общая характеристика

27. **"Хром, молибден, вольфрам"**

ХРОМ, МОЛИБДЕН, ВОЛЬФРАМ

Опыт 1. Отношение металлов к кислотам.

Опыт 2. Образование аквокомлексов хрома (II).

Опыт 3. Восстановительные свойства соединений хрома (II).

Опыт 4. Получение оксида хрома (III) и его свойства.

Опыт 5. Кислотно-основные свойства гидроксида хрома (III).

Опыт 6. Получение хромокалиевых квасцов.

Опыт 7. Образование аквоамминокомплексов хрома (III).

Опыт 8. Получение гидратных изомеров хрома (III). Влияние природы лигандов на окраску комплекса.

Опыт 9. Гидролиз соединений хрома (III).

Опыт 10. Получение триоксида хрома.

Опыт 11. Сравнение термической устойчивости и окислительной активности Cr_2O_3, MoO_3 и WO_3.

Опыт 12. Смещение химического равновесия между хромат (VI) - дихромат (VI) - ионами.

Опыт 13. Окислительные свойства соединений хрома (VI).

Опыт 14. Пассивирование металлов в растворе дихромата (VI).

Опыт 15. Образование оксопероксида хрома (VI) $CrO(O_2)2$. Реакция открытия хрома (VI).

28. **"Лекция 28-29 Подгруппы хрома и марганца"**

Подгруппа хрома, общая характеристика. Простые вещества, кристаллическая структура, свойства. Хром, комплексные соединения, строение, значение. Гидратная изомерия. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений хрома (II), (III) и (VI). Полисоединения. Пероксосоединения хрома. Аналитические реакции элементов подгруппы хрома. Сравнение устойчивости, окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств высших кислородных соединений элементов подгруппы хрома.

Подгруппа марганца, общая характеристика. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений марганца (II), (III), (IV), (VI) и (VII). Окислительно-восстановительные превращения соединений марганца в различных средах, аналитические признаки и реакции. Сравнение комплексообразующей способности марганца и хрома. Сравнение устойчивости, кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств высших кислородных соединений элементов подгруппы марганца.

29. **"Лекция 30 Семейство железа"**

Железо, кобальт, никель. Толкование горизонтальных аналогий. Основные валентные состояния железа, кобальта и никеля, взаимные переходы между ними. Комплексные соединения, их значение, координационные числа, строение, сравнительная устойчивость, образование и разрушение, окислительно-восстановительные превращения и смена лигандного окружения, аналитические реакции.

30. **"Марганец"**

МАРГАНЕЦ

Опыт 1. Получение оксида марганца (IV).

Опыт 2. Свойства оксида марганца (IV).

Опыт 3. Восстановительные свойства ионов Mn^{2+}.

Опыт 4. Получение и свойства манганата.

Опыт 5. Окислительные свойства перманганата.

31. **"Лекция 31-32 Семейство железа"**

Простые вещества, кристаллическая структура, свойства. Геохимическая характеристика железа, кобальта и никеля. Сплавы железа с углеродом. Фазовая диаграмма железо – углерод. Чугуны. Стали. Принципы легирования. Коррозия и борьба с ней. Современное состояние черной металлургии.

Устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений железа (II), (III) и (VI). Соли, ферриты, гидролиз. Ферраты. Сравнение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений двухвалентных и трехвалентных железа, кобальта и никеля.

32. **"Железо, кобальт, никель"**

ЖЕЛЕЗО, КОБАЛЬТ, НИКЕЛЬ

Опыт 1. Получение и свойства гидроксидов железа (II), кобальта (II), никеля (II).

Опыт 2. Получение комплексных соединений железа (II), кобальта (II), никеля (II).

Опыт 3. Получение железоаммонийных квасцов.

Опыт 4. Окисление гидроксидов железа (II), кобальта (II), никеля (II).

Опыт 5. Получение кристаллогидрата $FeSO_4 \cdot 7H_2O$.

Опыт 6. Получение турнбулевой сини и берлинской лазури.

33. **"Лекция 33-34 Карбонилы. Платиновые металлы"**

Карбонилы переходных металлов, строение, свойства. Понятие о кластерах. Карбонильная очистка металлов. Ферроцен, получение, строение, свойства. Дибензолхром, строение. Комплексы переходных металлов с органическими лигандами.

Платиновые металлы и их комплексы. Кинетика и механизмы химических реакций комплексных соединений платиновых металлов. Сравнение химии железа, кобальта и никеля с химией платиновых металлов.

34. **"Лекция 35 Подгруппа меди"**

Подгруппа меди, общая характеристика, сравнение со щелочными металлами. Простые вещества, электрохимическая активность, свойства, применение. Переработка природного сырья. Основные валентные состояния, взаимные переходы между ними.

Соединения одновалентных меди, серебра и золота, устойчивость, комплексы, строение, свойства. Аналитические реакции на альдегиды: реакции Фелинга и серебряного зеркала.

35. **"Медь, серебро"**

МЕДЬ, СЕРЕБРО

Опыт 1. Получение и свойства оксида меди (I).

Опыт 2. Получение и свойства гидроксида меди (I).

Опыт 3. Хлорид меди (II).

Опыт 4. Иодид меди (I).

Опыт 5. Получение гидроксида и оксида меди (II).

Опыт 6. Выделение серебра.

Опыт 7. Получение и свойства оксида серебра (I).
Опыт 8. Получение оксида серебра (II).
Опыт 9. Галогениды серебра.
Опыт 10. Серебрение.

36. **"Лекция 36-37 Подгруппа меди и цинка"**

Соединения меди (II), сравнение с соединениями меди (I). Комплексные соединения, строение, свойства. Эффект Яна-Теллера. Аналитические реакции. Йодометрическое определение меди в водных растворах.

Химия серебра. Основные соединения. Серебрение. Галогенсеребряная фотография. Переработка серебряных отходов.

Химия золота. Принципы металлургии. Основные валентные состояния, взаимные переходы между ними. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений золота. Комплексные соединения золота.

Подгруппа цинка, общая характеристика, сравнение со щелочноземельными металлами, химическая связь в соединениях. Простые вещества, электрохимическая активность, свойства, применение. Амальгамы. Токсикология цинка, кадмия и ртути. Техника безопасности при работе с цинком, кадмием, ртутью и их соединениями. Экологические проблемы загрязнения окружающей среды соединениями тяжелых металлов.

37. **"Цинк, кадмий, ртуть"**

ЦИНК, КАДМИЙ, РТУТЬ

Опыт 1. Изучение свойств металлов.
Опыт 2. Получение и свойства гидроксидов.
Опыт 3. Получение и свойства сульфидов.
Опыт 4. Комплексные соединения цинка, кадмия и ртути.
Опыт 5. Получение основных карбонатов.
Опыт 6. Получение цинкаммонийфосфата и изучение его свойств.
Опыт 7. Получение карбоната цинка.
Опыт 8. Изучение гидролиза хлорида цинка.

38. **"Лекция 38-39 Подгруппа цинка"**

Геохимическая характеристика цинка, кадмия и ртути. Переработка руд цинка, кадмия и ртути. Разделение, выделение и очистка металлов.

Оксид и гидроксид цинка, кислотно-основные свойства. Соли цинка, гидролиз. Цинкаты. Комплексные соединения цинка, строение, свойства.

Оксид и гидроксид кадмия, кислотно-основные свойства, сравнение с соединениями цинка. Комплексные соединения кадмия, строение, сравнение с соединениями цинка. Автокомплексообразование.

Химия ртути. Валентные состояния ртути, взаимные переходы между ними, особенности строения, природа химической связи.

Соединения ртути, свойства, применение. Сулема. Каломель.

39. **"Лекция 40 Подгруппа цинка"**

Комплексные соединения ртути, координационные числа, сравнение с соединениями цинка и кадмия. Амидные производные ртути. Основание Миллона. Реакция Несслера.

Халькогениды переходных металлов, свойства, применение. Роль сульфидов в химическом анализе.

40. **" Свойства d-элементов 4-8 групп"**

Рассматриваются общие и частные свойства d-элементов 4-8 групп периодической системы, реакции простых веществ и их соединений. Решение задачю

41. **"Лекция 41-42 Химия 3d-элементов. Химический анализ"**

Обзор химии 3d-элементов. Сравнение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений двухвалентных хрома, марганца, железа, кобальта, никеля, меди и цинка.

Качественный химический анализ неорганических веществ, методы, этапы подготовки. Дробный и систематический анализы водных растворов неорганических соединений. Аналитические группы, принципы классификации. Групповые реагенты.

42. **" Свойства d-элементов 1-3 групп"**

Рассматриваются общие и частные свойства d-элементов 1-3 групп периодической системы, реакции простых веществ и их соединений. Решение задачю

43. **"Консультация перед экзаменом"**

На консультацию приглашаются все желающие студенты, обучающиеся на курсе. Особое внимание на посещение консультации необходимо обратить студентам, которые не набрали проходной балл - 61, а также студентам, желающим повысить экзаменационную оценку путем сдачи экзамена

44. **Экзамен. «Неорганическая химия, часть 2»**

Проходной балл для студентов, освоивших дисциплину "Неорганическая химия", составляет 61 балл, набранных путем суммирования баллов на учебных встречах, из возможных 100 баллов.

Студенты, набравшие менее 61 балла за дисциплину, в обязательном порядке сдают экзамен.

Студенты, набравшие от 61 до 75.99 баллов, имеют право не посещать экзамен и получить оценку "удовлетворительно".

Студенты, набравшие от 76 до 90.99 баллов, имеют право не посещать экзамен и получить оценку "хорошо".

Студенты, набравшие более 91 балла автоматически получают оценку "отлично".

Студенты, набравшие от 61 до 90.99 баллов, имеют право повысить свою оценку путем сдачи экзамена. При этом, оценка, набранная путем суммирования баллов в течение семестра, аннулируется и в зачетную книжку проставляется оценка, полученная на экзамене.

Порядок прохождения экзамена:

В первой группе для подготовки к ответу на экзаменационный билет в аудиторию входят 8 студентов. Каждый из студентов должны иметь при себе зачетную книжку, ручку, бумагу, желательно иметь при себе справочные материалы, таблицы (периодическая система Д.И.Менделеева, растворимости и т.д.), калькулятор для проведения математических расчетов. Время на подготовку – 45 минут. Не разрешается пользоваться смартфонами и другими средствами, несущими фактическую информацию ответа на экзаменационные вопросы. Ответы на экзаменационные вопросы оцениваются по системе: «отлично» - студент дал полные ответы на теоретические вопросы и решил практическую часть билета; «хорошо» - есть некоторое непонимание сущности вопроса и недочеты при ответе на билет; «удовлетворительно» - студент слабо разбирается в теоретических вопросах, при наводящих вопросах экзаменатора пытается сформулировать ответ, практические задачи не решены, но при помощи экзаменатора студент пытается довести решение до логического конца; «неудовлетворительно» - студент невразумительно или совсем не отвечает на теоретические вопросы, практическая часть билета не решена, на наводящие ответы экзаменатора ответить не может.

С экзаменационными вопросами можно ознакомиться в разделе 5.3 настоящего издания.

4. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Виды СРС
	1 семестр	
	Неорганическая химия	
1	Введение в предмет. Основные законы и понятия стехиометрии.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Электронные представления в химии	Чтение обязательной и дополнительной литературы
3	Техника безопасности. Стехиометрические законы	Проработка лекций
4	Электронные представления в химии	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Способы выражения состава растворов	Проработка лекций
6	Электронные представления в химии	Чтение обязательной и дополнительной литературы
7	Электронные представления в химии	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Строение атома, Периодическая система	Проработка лекций
9	Электронные представления в химии	Чтение обязательной и дополнительной литературы
10	Химическая связь	Проработка лекций
11	Электронные представления в химии	Чтение обязательной и дополнительной литературы
12	Электронные представления в химии	Чтение обязательной и дополнительной литературы
13	Тепловые эффекты химических реакций	Проработка лекций
14	Электронные представления в химии	Чтение обязательной и дополнительной литературы
15	Основы химической термодинамики	Проработка лекций
16	Электронные представления в химии	Чтение обязательной и дополнительной литературы
17	Основы химической термодинамики	Чтение обязательной и дополнительной литературы
18	Химическая кинетика. Катализ. Химическое равновесие.	Проработка лекций
19	Основы химической термодинамики	Чтение обязательной и дополнительной литературы
20	Основы химической кинетики	Проработка лекций
21	Основы химической термодинамики	Чтение обязательной и дополнительной литературы
22	Основы химической кинетики	Чтение обязательной и дополнительной литературы

23	Химические равновесия в растворах электролитов	Проработка лекций
24	Основы химической кинетики	Чтение обязательной и дополнительной литературы
25	Коллигативные свойства растворов неэлектролитов и электролитов.	Проработка лекций
26	Неэлектролиты. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов. Фазовые диаграммы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
27	Электролиты. Коллигативные свойства растворов электролитов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
28	Равновесия в растворах электролитов	Проработка лекций
29	Равновесия в растворах электролитов. Сильные электролиты.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
30	Равновесия в растворах электролитов	Проработка лекций
31	Электролиты. Теории кислот и оснований. Гидролиз солей	Чтение обязательной и дополнительной литературы
32	Электролиты. Гетерогенные равновесия	Чтение обязательной и дополнительной литературы
33	Окислительно-восстановительные реакции	Проработка лекций
34	Окислительно-восстановительные реакции. Электрохимические процессы	Чтение обязательной и дополнительной литературы
35	Окислительно-восстановительные процессы	Проработка лекций
36	Электролиз растворов и расплавов. Коррозия металлов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
37	Способы представления окислительно-восстановительных свойств элементов и их соединений	Чтение обязательной и дополнительной литературы
38	Комплексные соединения	Проработка лекций
39	Комплексные соединения	Чтение обязательной и дополнительной литературы
40	Комплексные соединения	Проработка лекций
41	Консультация перед экзаменом	Самостоятельное изучение заданного материала
42	Неорганическая химия	Самостоятельное изучение заданного материала
	2 семестр	
	Неорганическая химия	
1	Лекция 1-2 Периодическая система элементов Д.И .Менделеева	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Галогены	Проработка лекций
3	Лекция 3-4 Инертные газы. Водород	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Лекция 5 Галогены	Чтение обязательной и дополнительной литературы

5	Сера	Проработка лекций
6	Лекция 6-7 Галогены. Халькогены	Чтение обязательной и дополнительной литературы
7	Азот	Проработка лекций
8	Лекция 8-9 Химия серы. Пниктогены	Чтение обязательной и дополнительной литературы
9	Лекция 10 Химия пниктогенов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
10	Фосфор	Проработка лекций
11	Лекция 11-12 Соединения азота и фосфора	Чтение обязательной и дополнительной литературы
12	Сурьма, висмут	Проработка лекций
13	Лекция 13-14 Подгруппа мышьяка. Подгруппа углерода.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	Лекция 15 Углерод. Кремний	Чтение обязательной и дополнительной литературы
15	Углерод, кремний	Проработка лекций
16	Лекция 16-17 Кремний	Чтение обязательной и дополнительной литературы
17	Олово, свинец	Проработка лекций
18	Лекция 18-19 Подгруппа германия. Подгруппа бора.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
19	Лекция 20 Соединения бора	Чтение обязательной и дополнительной литературы
20	Бор. алюминий	Проработка лекций
21	Лекция 21-22 Химия алюминия. Подгруппа галлия	Чтение обязательной и дополнительной литературы
22	Бериллий, магний, кальций, стронций, барий	Проработка лекций
23	Лекция 23-24 3d-элементы. Щелочные металлы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
24	Лекция 25 Подгруппа бериллия	Чтение обязательной и дополнительной литературы
25	Свойства s- и p-элементов	Проработка лекций
26	Лекция 26-27 Переходные элементы. РЗЭ. Подгруппы титана и ванадия	Чтение обязательной и дополнительной литературы
27	Хром, молибден, вольфрам	Проработка лекций
28	Лекция 28-29 Подгруппы хрома и марганца	Чтение обязательной и дополнительной литературы
29	Лекция 30 Семейство железа	Чтение обязательной и дополнительной литературы
30	Марганец	Проработка лекций
31	Лекция 31-32 Семейство железа	Чтение обязательной и дополнительной литературы
32	Железо, кобальт, никель	Проработка лекций
33	Лекция 33-34 Карбонилы. Платиновые металлы	Чтение обязательной и дополнительной литературы
34	Лекция 35 Подгруппа меди	Чтение обязательной и дополнительной литературы
35	Медь, серебро	Проработка лекций

36	Лекция 36-37 Подгруппа меди и цинка	Чтение обязательной и дополнительной литературы
37	Цинк, кадмий, ртуть	Проработка лекций
38	Лекция 38-39 Подгруппа цинка	Чтение обязательной и дополнительной литературы
39	Лекция 40 Подгруппа цинка	Чтение обязательной и дополнительной литературы
40	Свойства d-элементов 4-8 групп	Проработка лекций
41	Лекция 41-42 Химия 3d-элементов. Химический анализ	Чтение обязательной и дополнительной литературы
42	Свойства d-элементов 1-3 групп	Проработка лекций
43	Консультация перед экзаменом	Самостоятельное изучение заданного материала
44	Экзамен	Самостоятельное изучение заданного материала

5.Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Критерии оценивания компетенция:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

Код компетенции	Критерии в соответствии с уровнем освоения ОП			Виды занятий (лекции, семинарские, практические, лабораторные)	Оценочные средства (тесты, творческие работы, проекты и др.)
	пороговый (удовл.)	базовый (хор.)	повышенный (отл.)		
УК-2	**Знает:** способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты **Умеет:** определить круг задач в рамках поставленной цели определяет связи между ними **Владеет:** навыками оценки предложенных способов решения поставленных задач с точки зрения соответствия цели проекта	**Знает:** способы определения связи между кругом задач в рамках поставленной цели **Умеет:** планировать реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов, ограничений и действующих правовых норм **Владеет:** навыками корректировки методов и способов решения задач в зоне своей ответственности	**Знает:** способы корректировки и методы совершенствования при решении задач в зоне своей ответственности **Умеет:** представить результаты проекта, предложить возможности их использования и/или совершенствования **Владеет:** навыками выполнения задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля при необходимости корректирует способы решения задач	Лекции, практические занятия	Лабораторные отчеты, тестирование, контрольные работы, устный опрос на занятиях

ОПК-2	**Знает:** основные законы и закономерности протекания химических реакций **Умеет:** работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности **Владеет:** методами современного химического синтеза и анализа различных химических объектов	**Знает:** особенности применения теоретических основ неорганической химии при проведении химического эксперимента **Умеет:** применять теорию и методы неорганической химии при проведении химического эксперимента **Владеет:** навыками химического эксперимента, выполнения стандартных операций для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	**Знает:** основы современных перспективных методов синтеза и анализа веществ, их особенности и недостатки; возможности их применения при выполнении химического эксперимента **Умеет:** проводить синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик **Владеет:** навыками исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	Лекции, практические занятия	Лабораторные отчеты, тестирование, контрольные работы, устный опрос на занятиях
ОПК-6	**Знает:** основные требования библиографической культуры **Умеет:** представить информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры **Владеет:** навыками представления результатов работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	**Знает:** основные положения о плагиате, как нарушениях академических норм при использовании в письменной работе чужого текста или каких-либо объектов авторских прав **Умеет:** представить результаты работы в виде тезисов доклада на русском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе **Владеет:** навыками подготовки презентаций по теме работы и представления ее на русском языке	**Знает:** нормы и правила, принятые в профессиональном сообществе при представлении результатов работы в устном и письменном виде **Умеет:** представить результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языках в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе **Владеет:** навыками подготовки презентаций по теме работы и представления ее на русском и английском языках	Лекции, практические занятия	Лабораторные отчеты, тестирование, контрольные работы, устный опрос на занятиях

ПК-1	**Знает:** правила, порядок работы, основные экспериментальные приемы и процедуры при выполнении НИР **Умеет:** собирать лабораторные приборы и конструировать лабораторные установки при выполнении НИР **Владеет:** навыками элементарной подготовки объектов исследования	**Знает:** основные инструментальные методы химического синтеза и анализа при выполнении НИР **Умеет:** проводить химические расчеты для решения исследовательских задач при выполнении НИР **Владеет:** принципами создания схем неорганического синтеза, обнаружения и идентификации веществ	**Знает:** технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР **Умеет:** планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР **Владеет:** навыками подготовки элементов документации, проектов планов и программ отдельных этапов НИР	Лекции, практические занятия	Лабораторные отчеты, тестирование, контрольные работы, устный опрос на занятиях
ПК-2	**Знает:** основные понятия, предмет, задачи и основные законы неорганической химии **Умеет:** выявлять сведения, относящиеся к объектам неорганической химии, методы исследования и свойства неорганических систем при проведении НИР **Владеет:** начальными навыками использования понятийного аппарата неорганической химии для объяснения наблюдаемых явлений и закономерностей	**Знает:** структуру периодической системы, связь представлений о строении и свойствах атомов с периодической системой **Умеет:** использовать понятия и законы неорганической химии для объяснения химических процессов, используемых при проведении НИР **Владеет:** навыками описания строения и свойств атомов и химических соединений	**Знает:** представления о структуре проведения НИР, типовые химические процессы, лабораторное оборудование и аппараты, используемые в неорганической химии при проведении НИР **Умеет:** составлять обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме **Владеет:** навыками первичного поиска информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных)	Лекции, практические занятия	Лабораторные отчеты, тестирование, контрольные работы, устный опрос на занятиях

ПК-3	**Знает:** правила, порядок работы, основные экспериментальные приемы и процедуры при выполнении НИОКР **Умеет:** собирать лабораторные приборы и конструировать лабораторные установки при выполнении НИОКР **Владеет:** навыками элементарной подготовки объектов исследования	**Знает:** основные инструментальные методы химического синтеза и анализа при выполнении НИОКР **Умеет:** проводить химические расчеты для решения исследовательских задач при выполнении НИОКР **Владеет:** принципами создания схем неорганического синтеза, обнаружения и идентификации веществ	**Знает:** технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР **Умеет:** планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИОКР **Владеет:** навыками подготовки элементов документации, проектов планов и программ отдельных этапов НИОКР	Лекции, практические занятия	Лабораторные отчеты, тестирование, контрольные работы, устный опрос на занятиях
ПК-5	**Знает:** теоретические основы неорганической химии и основные параметры технологических процессов **Умеет:** грамотно и правильно определять параметры технологических процессов **Владеет:** теоретическими представлениями неорганической химии, знаниями о составе, строении и свойствах неорганических соединений с целью проведения научно-конструкторских работ и технологических испытаний	**Знает:** представления о структуре химико-технологических систем, типовые химико-технологические процессы производства **Умеет:** оценивать возможные риски и опасности типовых научно-конструкторских работ и химико-технологических процессов на производстве **Владеет:** способами обеспечения безопасности при проведении научно-конструкторских работ и технологических испытаний	**Знает:** систему взаимодействия химического производства и окружающей среды и рекомендации по предупреждению и устранению причин нарушения параметров химико-технологических процессов **Умеет:** составлять обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме **Владеет:** навыками поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)	Лекции, практические занятия	Лабораторные отчеты, тестирование, контрольные работы, устный опрос на занятиях

5.2 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Вопросы самоконтроля и типовые задачи

Тема: Электронные представления в химии

1. Какие экспериментальные данные свидетельствуют о сложной, составной природе атома?
2. Каковы основные характеристики составных частей атома – атомного ядра и электронов?
3. Какие силы (физические взаимодействия) действуют в атоме?
4. Какие частицы входят в состав атомного ядра? В чем отличие между двумя разновидностями нуклонов?
5. Чем отличаются друг от друга изотопы и изобары?
6. Почему атомный номер химического элемента является целочисленным, а относительная атомная масса элемента выражается, как правило, дробным числом?
7. В чем состоит сущность явления радиоактивности? Какие типы превращений может испытывать радиоактивный атом?
8. Какими параметрами характеризуют стационарное состояние электрона?
9. Что называется квантовым числом? Какие типы квантовых чисел используются для описания электронных состояний в атомах? Каков их смысл?
10. Что называется энергетической диаграммой? Почему она имеет дискретную структуру?
11. Что называется электронным облаком? Каковы его основные характеристики?
12. Что называется узловой поверхностью?
13. Что называется орбиталью? Какова связь между понятиями «орбиталь», «стационарное состояние», «электронное облако»?
14. Что такое спин электрона?
15. Что называется спин-орбиталью? В чем различие между орбиталью и спин-орбиталью?
16. По каким признакам группируются орбитали в оболочки и подоболочки?
17. Сформулируйте правила, определяющие распределение электронов в атоме по орбиталям и спин-орбиталям?
18. Чем различаются основная и возбужденные электронные конфигурации?
19. Какими экспериментальными методами изучают особенности электронного строения атомов и молекул?
20. Что называется атомным остовом?
21. Какие электронные конфигурации атома особо устойчивы? В каких конкретных атомах или атомных ионах они реализуются?
22. Почему при взаимодействии атомов образуются молекулярные дублеты (обобществленные электронные пары)?
23. Какие механизмы образования ковалентной связи Вам известны?
24. В чем состоит сущность донорно-акцепторного механизма образования ковалентной связи? Какие частицы могу выступать донорами, а какие – акцепторами электронной пары?
25. Почему электрический заряд в молекулах распределен, как правило, неравномерно, и атомы в составе молекулы имеют частичные положительные или отрицательные эффективные заряды?
26. Что называется электроотрицательностью атома? Как она влияет на самополяризацию химической связи?
27. Какова природа индуктивного эффекта? Приведите примеры атомов и атомных групп, обладающих положительным или отрицательным индуктивным эффектом.
28. Что такое мезомерный эффект (эффект сопряжения)? В каких молекулах он имеет место?
29. Как оценить знаки и величины (качественно) частичных электрических эффективных зарядов на атомах в молекуле?
30. Как влияют частичные электрические эффективные заряды на атомах в молекуле на ее химическую реакционную способность?
31. Сформулируйте основные положения теории ОВЭП (ОЭПВО).
32. Какие типы активации молекул Вам известны и какими средствами они достигаются?

33. Построить электронные формулы Льюиса для молекул NO_2, NO, SO_2, HNO_2, N_2O_5, $SOCl_2$, N_2H_4.
34. Обладают ли постоянным магнитным моментом молекулы NO, SO_2, HNO_2, N_2O_5, $SOCl_2$, N_2H_4, NO_2?
35. Определить распределение электрических зарядов в молекулах азотной кислоты, гидразина, пероксида водорода, сульфат-ионе.
36. Определить реакционные центры и их типы в молекулах диоксида углерода, аммиака, сероводорода, тетрахлорида олова.
37. Что происходит с электронами атомов при объединении последних в молекулу?
38. Какие типы МО Вам известны? По каким признакам выделяются эти типы?
39. Чем различаются ЛМО и КМО?
40. Какие типы гибридизации Вам известны? Чем определяется выбор гибридизационной схемы?
41. Как квантовая механика объясняет существование нулевой энергии колебаний атомных ядер?
42. Что называется энергетической зоной?
43. Какие типы веществ выделяются в рамках зонной теории?
44. Какова природа межмолекулярных взаимодействий (ММВ)?
45. Какие типы ММВ Вам известны?
46. Как влияют ММВ на физические и химические свойства веществ?
47. Определить тип гибридизации АО центрального атома в следующих молекулах и ионах: PF_5, SF_6, $COCl_2$, SO_2Cl_2, NH_4^+, $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$, $[CuCl_4]^{2-}$.
48. Что называется длиной химической связи? На чем основан способ ее определения?
49. Что называется валентным углом? На чем основан способ его определения?
50. Приведите примеры принципиально различных молекул, обладающих одинаковой пространственной симметрией.

Тема: Основы химической термодинамики и кинетики

1. Что называется термодинамической системой?
2. Что называется гомогенной системой?
3. Что называется гетерогенной системой?
4. Что называется фазой?
5. Что называется тепловым эффектом химической реакции? Как и в каких единицах он выражается? Чем различаются экзо- и эндотермические реакции? Для чего используются тепловые эффекты химических реакций?
6. Как экспериментально определяют тепловые эффекты химических реакций?
7. Зависит ли тепловой эффект химической реакции от способа ее проведения? Ответ поясните.
8. Что называется энтальпией химической реакции? Поясните соотношение понятий «энтальпия химической реакции» и «тепловой эффект химической реакции». Какие данные необходимы для расчета энтальпии химической реакции?
9. Что называется энтальпией образования химического вещества? Поясните соотношение понятий «энтальпия образования химического вещества» и «энтальпия химической реакции». Какие данные необходимы для расчета энтальпии образования химического вещества?
10. Что называется термохимическим уравнением?
11. Какие условия называются стандартными?
12. Сформулируйте термодинамический критерий самопроизвольности протекания процесса.
13. Какие процессы могут приводить к увеличению и к уменьшению энтропии системы?
14. Почему энтропия производится только в необратимых процессах?
15. В чем состоит статистический смысл энтропии?

16. Сформулируйте термодинамические критерии самопроизвольности протекания процесса и равновесности состояния для изолированных систем. Почему эти критерии справедливы только для изолированных систем?
17. Можно ли энтальпии системы приписать абсолютное значение? Ответ поясните.
18. Можно ли энтропии системы приписать абсолютное значение? Ответ поясните. На основании чего выбирается точка отсчета по энтропийной шкале?
19. Что называется энергией Гиббса (свободной энтальпией) системы? Какие составляюшие имеет энергия Гиббса?
20. Что называется энергией Гиббса (свободной энтальпией) химической реакции? Поясните соотношение понятий «энергия Гиббса химической реакции» и «энергия Гиббса системы». Какие данные необходимы для расчета энергии Гиббса химической реакции?
21. Что называется энергией Гиббса (свободной энтальпией) образования химического вещества? Поясните соотношение понятий «энергия Гиббса образования химического вещества» и «энергия Гиббса химической реакции». Какие данные необходимы для расчета энергии Гиббса образования химического вещества?
22. Можно ли определить экспериментально энергию Гиббса (свободную энтальпию) образования химического вещества и энергию Гиббса (свободную энтальпию) химической реакции? Приведите пример.
23. Что называется химическим потенциалом вещества? Можно ли определить его экспериментально? Ответ поясните.
24. Что называется химическим сродством? Можно ли определить его экспериментально? Ответ поясните.
25. Проанализируйте соотношения понятий «энергия Гиббса (свободная энтальпия)», «химический потенциал», «химическое сродство».
26. Сформулируйте термодинамические критерии самопроизвольности протекания процесса и равновесности состояния для термостатированных систем.
27. Проанализируйте соотношение понятий «энергия Гиббса (свободная энтальпия) химической реакции» и «стандартная энергия Гиббса (свободная энтальпия) химической реакции». Как выглядит уравнение изотермы химической реакции?
28. Как выглядит связь между концентрационной константой равновесия и равновесными концентрациями реагентов и продуктов химической реакции?
29. Какие воздействия на систему приводят к изменению константы равновесия, а какие – нет? Приведите примеры.
30. Сформулируйте принцип Ле Шателье-Брауна.
31. Перечислите известные Вам способы смещения химического равновесия. Ответ проиллюстрируйте примерами. Происходит ли при смещении химического равновесия изменение константы равновесия?
32. Как выглядит и называется уравнение, показывающее температурную зависимость константы равновесия?
33. Сформулируйте критерий и приведите примеры для практически не идущих и практически необратимых химических реакций.
34. Выделяется или поглощается теплота при расширении идеального газа? Ответ пояснить.
35. Фазовое превращение $\alpha \rightarrow \beta$ эндотермично. Какая фаза существует при температурах более низких, чем температура фазового превращения?
36. Что называется кинетической кривой?
37. Что называется кинетическим уравнением?
38. Что называется скоростью химической реакции? В каких единицах она выражается? От чего она зависит? Как практически можно ее регулировать? Приведите примеры.
39. Как выглядит основное кинетическое уравнение? На каком основании принята именно такая его форма?
40. Каков физический смысл константы скорости химической реакции?

41. Проанализируйте соотношение между скоростью двусторонней химической реакции и скоростями прямой и обратной реакции.
42. Что такое кинетически элементарная химическая реакция? Как отличить ее от кинетически неэлементарной?
43. Сформулируйте закон действующих масс.
44. Почему формальная кинетика называется формальной?
45. Почему температура влияет на скорость химической реакции?
46. Сформулируйте правило Вант-Гоффа. Какова область его применимости?
47. В чем заключается физический смысл параметров уравнения Аррениуса – энергии активации и предэкспоненциального множителя?
48. Перечислите феноменологические проявления катализа (каталитические эффекты).
49. Что называется катализатором?
50. Какие типы каталитических систем, реакций и катализаторов Вам известны?
51. Какими величинами можно охарактеризовать каталитический эффект, каталитическую реакцию, катализатор?
52. Как экспериментально определить активность катализатора?
53. В чем разница между селективностью и избирательностью действия катализатора?
54. Каковы причины влияния катализатора на кинетику химической реакции?
55. Что называется активным центром катализатора? В чем разница между активным центром и молекулой (атомом)?
56. Что называется каталитическим комплексом?
57. Сформулируйте принципы соответствия – электронного, геометрического, энергетического.
58. Что называется каталитическим ядом? Каков механизм их отравляющего действия на катализатор?
59. Что называется ингибированием? Есть ли принципиальные различия между катализом и ингибированием? Ответ поясните.
60. Каково практическое значение катализа как средства регулирования кинетики химических процессов?
61. Каковы принципиальные особенности ферментативного катализа? Какова его роль в процессах жизнедеятельности?
62. В чем принципиальные отличия микроскопических химических превращений от макроскопических химических реакций?
63. Как описать ход микроскопических химических превращений?
64. Что представляет собой поверхность потенциальной энергии (ППЭ)? Как ее установить?
65. Какие особенности ППЭ отражаются энергетическими картами и энергетическими профилями?
66. Как выглядит типичный энергетический профиль элементарного химического акта?
67. Откуда берется потенциальный энергетический барьер, разделяющий две химические формы? Чем обусловлены его высота и толщина?
68. Что называется энергией активации элементарного химического акта? Есть ли принципиальные отличия ее от аррениусовской энергии активации? Ответ поясните.
69. Дает ли химическое строение молекул-реагентов качественную информацию о порядке величины энергии активации элементарного химического акта? Ответ поясните.
70. Что представляют собой переходное состояние и активированный комплекс?
71. Как влияет высота потенциального барьера на скорость реакции?
72. Чем, кроме энергии активации, определяется константа скорости, с позиций теории абсолютных скоростей (ТАС) химических реакций?
73. Как повлиять на высоту потенциального барьера, величину стерического множителя, величину трансмиссионного коэффициента?
74. Как выглядит энергетический профиль элементарного акта каталитической реакции?

75. Что называется механизмом химической реакции?
76. Каково влияние среды (растворителя) и внешних факторов (давление, температура, облучение, катализаторы, примеси и т.д.) на механизм химической реакции?
77. Обсудить термодинамику (энтальпию и энтропию) получения молекулярного углерода (C_2), кристаллизации кварцевого стекла, а также синтеза сероуглерода из простых веществ и предсказать (на качественном уровне) температурные условия для этих процессов.
78. Вычислить энтальпию диссоциации окиси углерода. Энтальпия ее образования составляет -110,54 кДж/моль, энтальпия сублимации графита 695 кДж/моль, энтальпия диссоциации кислорода 494 кДж/моль.
79. Вычислить стандартную энтальпию реакции $4KClO_3=3KClO_4+KCl$, пользуясь следующими данными: $KClO_3=KCl+1{,}5O_2$; $\Delta H^o=-49{,}4$ кДж;

$KClO_4= KCl+2O_2$; $\Delta H^o=33$ кДж.

80. Вычислить стандартную энтальпию превращения графита в алмаз, если известно, что стандартные энтальпии их сгорания соответственно равны –393,5 и –395,3 кДж/моль. Здесь и далее (если специально не оговорено иное) T=298 K.
81. Пользуясь справочными таблицами, вычислите двумя способами стандартную энергию Гиббса получения водяного газа.
82. В реактор поместили 0,3 г водорода и 0,8 г иода. После установления равновесия в реакторе обнаружили 0,7 г иодоводорода. Вычислить концентрационную константу равновесия. Считать, что температура достаточна для того, чтобы все вещества находились в газообразном состоянии.
83. В реакторе в состоянии равновесия находится 0,1 моля водорода, 0,2 моля иода и 0,6 моля иодоводорода. В реактор дополнительно ввели 1 моль водорода. Рассчитать новый равновесный состав смеси. Считать, что температура достаточна для того, чтобы все вещества находились в газообразном состоянии.
84. Энтальпия окисления аммиака до окиси азота равна –267,5 кДж/моль, а до азота равна –328,5 кДж/моль. Вычислить энтальпию образования окиси азота.
85. Стандартная энтальпия образования воды равна –285,8 кДж/моль. Стандартная энтальпия перехода моля озона в кислород равна –144,2 кДж. Вычислить ΔH^o_{298} реакции $H_2(г) + 1/3\ O_3(г) = H_2O(ж)$.
86. Вычислить энтальпии образования и сгорания гидразина, пользуясь следующими термохимическими уравнениями:

$H_2(г) + ½\ O_2(г) = H_2O(ж)$; $\Delta H^o_{298}=-286$ кДж

$2\ NH_3(г) + 3\ N_2O(г) = 4N_2(г) + 3\ H_2O(ж)$; $\Delta H^o_{298}=-1010$ кДж

$2\ NH_3(г) + 1/2\ O_2(г) = N_2H_4(ж) + H_2O(ж)$; $\Delta H^o_{298}=-143$ кДж

$N_2O(г) + 3\ H_2(г) = N_2H_4(ж) + H_2O(ж)$; $\Delta H^o_{298}=-317$ кДж

87. Сколько теплоты потребовалось бы для разложения 1 кг карбоната натрия?

$Na_2CO_3 + SiO_2 = Na_2SiO_3 + CO_2$; $\Delta H^o_{298}=81{,}04$ кДж

$Na_2O + SiO_2 = Na_2SiO_3$; $\Delta H^o_{298}=-243{,}17$ кДж

88. Вычислить удельную энтальпию образования пероксида водорода, пользуясь следующими термохимическими уравнениями:

$H_2O_2(ж) = H_2O(ж) + ½\ O_2$; $\Delta H^o_{298}=-97{,}9$ кДж

$H_2 + ½\ O_2 = H_2O(ж)$; $\Delta H^o_{298}=-285{,}8$ кДж

89. Вычислить удельную энтальпию разложения пероксида водорода, пользуясь следующими термохимическими уравнениями:

$SnCl_2(aq) + 2\ HCl(aq) + H_2O_2(aq) = SnCl_4(aq) + 2\ H_2O(ж)$; $\Delta H^o_{298}=-393{,}3$ кДж

$SnCl_2(aq) + 2\ HCl(aq) + ½\ O_2(г) = SnCl_4(aq) + H_2O(ж)$; $\Delta H^o_{298}=-296{,}6$ кДж

90. Вычислить энергию связи N-H в аммиаке, пользуясь следующими данными:
стандартная энтальпия сгорания аммиака равна –382,4 кДж/моль;
стандартная энтальпия образования воды равна –285,8 кДж/моль;
стандартная энтальпия диссоциации азота равна 711,3 кДж/моль;

стандартная энтальпия диссоциации водорода равна 431,0 кДж/моль.

91. Пользуясь справочными таблицами, оценить, при каких температурах можно синтезировать из простых веществ селеноводород.

92. Не пользуясь справочными таблицами, расположить следующие процессы в порядке увеличения энтропии:

1) Al_2O_3(к) + 3 SO_3(г) = $Al_2(SO_4)_3$(к)
2) CaO(к) + H_2O(г) = $Ca(OH)_2$(к)
3) CaO(к) + H_2O(ж) = $Ca(OH)_2$(к)
4) CaO(к) + H_2O(ж) = Ca^{2+}(aq) + 2 OH^-(aq)
5) CaO(к) + CO_2(г) = $CaCO_3$(к)
6) 4 Fe(к) + 3 O_2(г) = 2 Fe_2O_3(к)
7) 2 H_2O(г) = 2 H_2(г) + O_2(г)
8) NH_3(г) + HCl(г) = NH_4Cl(к)
9) N_2O_4(г) = 2 NO_2(г)

93. Константа равновесия реакции H_2(г) + I_2(г) ⇔ 2 HI(г) при некоторой температуре равна 50. В каком мольном соотношении следует взять простые вещества, чтобы конверсия одного из них составила 99,9%?

94. Окись углерода и хлор смешали в закрытом сосуде в эквимолярных количествах при нормальном атмосферном давлении. К моменту наступления равновесия конверсия составила 50%. Каким стало давление в сосуде?

95. Константа равновесия реакции 2 HI(г) ⇔ H_2(г) + I_2(г) при 360°C равна 0,0162, а при 445°C равна 0,0240. Вычислить стандартные энтальпию и энтропию разложения иодоводорода в указанном температурном интервале.

96. При некоторой температуре 2 моля фосгена в сосуде емкостью 1 л диссоциируют на 50%. Сколько фосгена следует поместить в сосуд, чтобы при той же температуре степень диссоциации составила 25%?

97. При некоторой температуре в системе N_2O_4(г) ⇔ 2 NO_2(г) концентрация димера равна 0,02 моль/л, а мономера – 0,03 моль/л. Давление увеличили втрое (втрое уменьшили объем). Вычислить равновесные концентрации веществ в системе.

98. Три моля NO_2 поместили в сосуд емкостью 1 л, после чего в сосуде установилось равновесие 2 NO_2(г) ⇔ N_2O_4(г), характеризующееся концентрационной константой равновесия, равной 7,15. Рассчитать процент превращения мономера в димер.

99. Плотность равновесной газовой смеси N_2O_4 и NO_2 при 25°C и нормальном атмосферном давлении равна 3,18 г/л. Вычислить константу равновесия процесса N_2O_4(г) ⇔ 2 NO_2(г).

100. 0,5 г N_2O_4 поместили в сосуд емкостью 2 л при 25°C и выдержали до достижения равновесия N_2O_4(г) ⇔ 2 NO_2(г). Вычислить парциальные давления газов (N_2O_4 и NO_2), если концентрационная константа равновесия при этой температуре равна 0,114.

101. При некоторой температуре термодинамическая константа равновесия процесса SO_2Cl_2(г) ⇔ SO_2(г) + Cl_2(г) равна 0,029. Вычислить степень диссоциации хлористого сульфурила по приведенной схеме, если равновесное давление газовой смеси равно 0,5 атм.

102. Определить направление протекания в водном растворе реакции $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ + 6 NH_3 ⇔ $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ + 6 H_2O
при некоторой температуре, если при этой температуре стандартная энтальпия реакции равна –79 кДж/моль, а стандартная энтропия реакции равна –92 Дж/(моль•К).

103. Для реакции мономолекулярного распада некоторого вещества имеются следующие экспериментальные данные (*t* – время в *с*, *C* – концентрация исходного вещества в *моль/л*):

t	0	1	2	3	5	8
C	1,000	0,905	0,819	0,741	0,607	0,450

Вычислить константу скорости.

104. Скорость разложения некоторого вещества описывается кинетическим уравнением первого порядка. Известно, что за 50 *с* степень разложения составила 25%. За какое время она достигнет 99%?

105. Скорость некоторой реакции при повышении температуры от 27 до 37°С удваивается. Вычислить аррениусову энергию активации.

106. В закрытом сосуде протекает необратимая бимолекулярная газофазная реакция X +Y = Z. Энергия активации этой реакции равна 100 кДж/моль. Во сколько раз увеличится скорость реакции при увеличении температуры от 100 до 150°С, если реакция протекает а) при постоянном объеме; б) при постоянном давлении?

107. Кубический кристалл хлорида натрия с ребром 1 см растворяется в воде за 6 часов. Оцените время, которое потребуется на растворение того же образца, если его предварительно разрезать на кубики с ребром 10^{-5} см.

108. Константы скорости некоторой реакции при 25 и 60°С равны соответственно 1,4 и 9,9. Вычислить константу скорости этой реакции при 75°С.

109. Катализатор снижает энергию активации некоторой реакции при 25°С на 20 кДж/моль. Во сколько раз увеличивается скорость реакции при действии катализатора?

Тема: Равновесия в растворах электролитов

1. Какие реакции называются кислотно-основными?
2. Дайте определения и приведите примеры кислот и оснований по Бренстеду-Лаури и Льюису.
3. Может ли фтороводород быть основанием? Ответ проиллюстрируйте примерами.
4. Каким параметром описывается степень кислотности или основности (щелочности) среды? Как экспериментально определить величину этого параметра? Можно ли его целенаправленно регулировать? Ответ проиллюстрируйте примерами.
5. Зависит ли pH от температуры? Если да, то как именно?
6. Во сколько раз следует разбавить раствор фосфорной кислоты заданной нормальности, чтобы получить раствор заданной молярности?
7. Вычислить pH сероводородной кислоты заданной процентной концентрации.
8. Смешали равные объемы растворов щелочи с разными заданными значениями pH. Вычислить pH полученного раствора. Изменением объема пренебречь.
9. Дана процентная концентрация насыщенного при комнатной температуре раствора заданного галогенида свинца. Вычислить ПР.
10. Смешали заданные объемы растворов хлорида бария и плавиковой кислоты с заданными нормальными концентрациями. Выпадет ли осадок?
11. Оценить pH (больше или меньше 7) раствора гидрофосфата натрия.
12. Вычислить pH водного раствора цианистого калия заданной процентной концентрации.
13. Влияет ли степень кислотности или основности (щелочности) среды на протекание в ней химических реакций? Ответ проиллюстрируйте примерами.
14. Укажите потенциальные бренстедовские кислоты и основания среди приведенных ниже частиц: H_2O, NH_3, PCl_3, PCl_5, H_2S, SO_2, SO_3, H_3PO_3. Ответ проиллюстрируйте уравнениями протолитических равновесий.
15. Расположите в ряд по возрастанию силы следующие бренстедовы кислоты: $HClO_4$, H_3PO_4, H_2SO_4.
16. Написать уравнение реакции в сокращенно-ионной форме:

$NaOH + CO_2$(изб.) →

$NaOH + H_2S$(изб.) →

$Ba(HCO_3)_2 + NaOH$ →

$Ba(HCO_3)_2 + H_2SO_4$ →

$Ni(OH)_2 + H_2SO_4$ →

$NH_4Fe(SO_4)_2 + NH_3 + H_2O$ →

$CuSO_4 + H_2S$ →

$CH_3COONa + H_2SO_4 \rightarrow$

17. Среди приведенных ниже частиц укажите льюисовы кислоты и основания: H_2O, NH_3, OH^-, $AlCl_3$, PCl_3, BF_3, BF_4^-, Na^+, Br^-, NH_2OH, NH_2^-, NH_4^+, $SbCl_5$, WCl_6, $W(CO)_6$, $AlCl_4^-$, CO, CO_2, Ca^{2+}, Fe^{3+}, SO_4^{2-}, HSO_4^-, HCO_3^-, $(CN)_2$, $(NH_2)_2$.

18. Расположите в ряд по возрастанию кислотности следующие кислоты Льюиса: H^+, NH_4^+, $AlCl_3$, BCl_3, $FeCl_3$, $CaCl_2$.

19. К каким кислотам и основаниям – бренстедовым или льюисовым – относится теория ЖМКО?

20. Чем определяется жесткость и мягкость кислот и оснований в теории ЖМКО?

21. Сформулируйте правило Пирсона. Каковы его физические основы?

22. В решении какого типа задач теория ЖМКО полезна и эффективна?

23. Проанализируйте соотношение понятий «сила» и «слабость» кислоты или основания, с одной стороны, и «жесткость» и «мягкость» кислоты или основания – с другой. Могут ли «слабые» кислоты (основания) быть «жесткими», «сильные» - «мягкими» и т.д.? Ответ проиллюстрируйте примерами.

Тема: Окислительно-восстановительные процессы

1. Чему равна степень окисления хрома в тетрахромовой кислоте?

2. В чем принципиальное отличие окислительно-восстановительных реакций (ОВР) от кислотно-основных?

3. По какому признаку участники ОВР делятся на окислители и восстановители?

4. Можно ли отнести химическое вещество к окислителям или восстановителям только на основании его состава и строения?

5. Проанализируйте соотношение понятий «валентность» и «степень окисления».

6. Проанализируйте соотношение понятий «структурная валентность» и «электрохимическая валентность».

7. Есть ли принципиальная разница между методом электронного баланса и электронно-ионным методом? Если да, то в чем именно? Ответ поясните. Сравните универсальность и эффективность этих методов. Проиллюстрируйте примерами.

8. Привести примеры реакций, в которых вода является: а) основанием; б) кислотой; в) восстановителем; г) окислителем.

9. Описать окислительно-восстановительные свойства воды.

10. Описать окислительно-восстановительные свойства водорода.

11. Дать окислительно-восстановительную характеристику манганату калия.

12. Может ли перманганат окислить в кислой среде трехвалентный хром? Условия стандартные.

13. Пользуясь таблицей стандартных окислительно-восстановительных потенциалов, определить, могут ли в растворе совместно присутствовать ионы Pb^{2+} и Fe^{3+}.

14. Пользуясь таблицей стандартных окислительно-восстановительных потенциалов, определить, могут ли в водном растворе совместно присутствовать ионы Fe^{3+} и Sn^{2+}, Fe^{2+} и MnO_4^-, Fe^{2+} и $Cr_2O_7^{2-}$.

15. Чему равно отношение объемов равномолярных водных растворов перманганата и нитрита калия при их эквивалентном взаимодействии в слабощелочной среде?

16. Известна концентрация хлорной кислоты (г/л). Вычислить ее нормальность в реакции с сернистым газом.

17. Для восстановления дихромата калия в 20 мл его подкисленного серной кислотой 0,2 н. раствора израсходовано 40 мл раствора хлорида олова (II). Вычислить молярности обоих растворов.

18. Вычислить электродный потенциал водорода в водном растворе с заданным pH.

19. Цинковая и медная пластинки опущены в раствор соляной кислоты. Что наблюдается? Что будет, если пластинки соединить проволочкой?

20. В водный раствор хлорида цинка поместили кусочек цинка. Что происходит? Как изменится скорость наблюдаемого процесса, если добавить немного раствора медного купороса?
21. Вычислить концентрацию раствора, полученного в результате электролиза заданного объема водного раствора едкого натра (процентная концентрация и плотность раствора известны), если дан объем (н.у.) газа, выделившегося на аноде.
22. Классическим методом объемного анализа растворов сульфата железа (II) является перманганатометрия. Рабочим раствором служит раствор перманганата калия. Почему титрование проводится в кислой среде? Можно ли серную кислоту заменить соляной или азотной? Как исказятся результаты титрования, если раствор сульфата железа (II) и (или) рабочий раствор не являются свежеприготовленными? Что происходит при хранении этих растворов? Сформулируйте и обоснуйте основные принципы приготовления, хранения и порядка использования этих растворов. Дайте развернутый, мотивированный и проиллюстрированный уравнениями реакций ответ.
23. $Cl_2 + NaOH \rightarrow$
$FeSO_4 + HNO_3 \rightarrow$
$KMnO_4 + KNO_2 \rightarrow$
$Cl_2 + NaOH$ (нагревание) $\rightarrow$
$Cl_2 + Na_3[Cr(OH)_6] + NaOH \rightarrow$
$KClO_3 + HCl \rightarrow$
$H_2O_2 + Na_3[Cr(OH)_6] \rightarrow$
$H_2O_2 + As_2S_3 + NH_3 \rightarrow$
$N_2H_4 + K_3[Fe(CN)_6] + KOH \rightarrow$
$Si + NaOH$ (водный раствор) $\rightarrow$
$Ni(OH)_3 + HCl$ (конц.) $\rightarrow$
$Ni(OH)_3 + H_2SO_4 \rightarrow$
$FeSO_4 + NH_3$ (в водном растворе, на воздухе) $\rightarrow$
$FeS_2 + HNO_3 \rightarrow$
$K_4[Fe(CN)_6] + KMnO_4$(в водном растворе) $\rightarrow$
$K_3[Fe(CN)_6] + KI \rightarrow$
$Cu_2O + HNO_3 \rightarrow$
$AgNO_3 + NH_3 + HCHO$ (недостаток, в водном растворе) $\rightarrow$
$Cu_2S + HNO_3 \rightarrow$
24. Определите тип реакции (кислотно-основный или окислительно-восстановительный):
$Fe + S \rightarrow$
$Fe + H_2SO_4 \rightarrow$
$FeS + H_2SO_4 \rightarrow$
$CaO + SO_3 \rightarrow$
$NaOH + ZnSO_4 \rightarrow$
$NaOH + Zn \rightarrow$

Тема: Комплексные соединения

1. Составить координационные формулы $CrCl_3 \bullet 5H_2O$, $CrCl_3 \bullet NH_3 \bullet 4H_2O$, $Cr_2(C_2O_4)_3 \bullet BaC_2O_4 \bullet 4H_2O$.
2. Сравнить устойчивость гексафтороферрата (II) и гексацианоферрата (II), ионов гексаквакобальта (II) и (III), гексамминкобальта (II) и (III), диаквабис(этилендиамин) никеля (II) и трис(этилендиамин) никеля (II), гексацианоферрата (II) и (III).
3. Сравнить магнитные моменты тетрахлорникколата (II) и тетрахлороплатината (II).
4. Расположить в ряд в порядке увеличения электропроводности равномолярных водных растворов: гексацианоферрат (II) калия, хлорид гексаквакобальта (II), хлорид гексамминкобальта (III).

5. Смешали равные объемы водных растворов йодида калия и нитрата диамминсеребра заданной нормальности. Выпадет ли осадок?
6. Могут ли в водном растворе сосуществовать дитиосульфатоаргентат (I) и цианид, тетрахлороаурат (III) и бромид?

Тема: Химия непереходных элементов

1. Описать строение заданной молекулы.
2. Описать окислительно-восстановительные свойства заданного вещества.
3. Назвать вещество заданной формулы.
4. Сравнить устойчивость низших и высших валентных состояний атомов элементов заданной подгруппы.
5. Сравнить сродство к электрону атомов заданных элементов.
6. Оценить полноту протекания заданного окислительно-восстановительного процесса.
7. Сравнить устойчивость, физические, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства ряда водородных соединений элементов заданной подгруппы.
8. Сосуд заполнили сухим хлороводородом при нормальных условиях. Затем горло сосуда опустили в воду, и вода, по мере растворения хлороводорода, целиком заполнила сосуд. Вычислить концентрацию полученного раствора.
9. Охарактеризовать способы получения водородных соединений элементов заданной подгруппы.
10. Во сколько раз следует разбавить раствор плавиковой кислоты с заданным pH, чтобы pH изменился на единицу?
11. Во сколько раз растворимость йодида свинца в воде выше его растворимости в йодоводородной кислоте заданной нормальности?
12. Сравнить устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства ряда кислородных соединений элементов заданной подгруппы.
13. Сравнить строение молекул ряда водородных соединений элементов заданной подгруппы.
14. Привести термодинамическое обоснование неустойчивости пероксида водорода в стандартных условиях.
15. Как влияет реакция среды на окислительно-восстановительные свойства заданного вещества?
16. Сравнить окислительно-восстановительные свойства элементов одной подгруппы в одной и той же степени окисления.
17. Расположить натриевые соли в ряд в порядке увеличения pH их равномолярных водных растворов: сульфат, сульфид, сульфит.
18. Заданное количество фосфористого ангидрида обработали литром холодной воды. Вычислить pH полученного раствора. Изменением объема при растворении пренебречь.
19. В пяти банках без этикеток находятся пять чистых натриевых солей: персульфат, сульфат, сульфид, сульфит и тиосульфат. Как распознать, где какая соль находится?
20. Сравнить растворимость в воде и реакцию среды для аммиака и фосфина.
21. Оценить термодинамическую возможность синтеза оксидов азота из простых веществ. Как влияет температура?
22. Вычислить растворимость ортофосфата кальция в воде при комнатной температуре. Растворяется ли эта соль в уксусной кислоте?
23. Предложить схему разделения соединений трехвалентных сурьмы и висмута в водном растворе.

24. Сравнить силу азотной, угольной и кремниевой кислот, а также степень и характер гидролиза их солей.
25. Как разделить смесь окиси и двуокиси углерода и выделить каждый газ в чистом виде?
26. В трех газгольдерах находятся три разных газа: угарный, углекислый и сернистый. Предложить схему их идентификации.
27. Предложить схему очистки углекислого газа от примесей водяного пара, сероводорода и окиси углерода.
28. Какова причина таутомерии синильной кислоты?
29. Имеется водный раствор синильной кислоты с заданным pH. Определить pH раствора после его разбавления вдвое.
30. Предложить методику получения оксида олова (II) из олова.
31. Как химическим путем отличить PbO_2 от BaO_2?
32. Вычислить pH насыщенного водного раствора заданного труднорастворимого гидроксида.
33. На восстановление дихромата калия в заданном объеме его подкисленного серной кислотой раствора известной нормальности израсходован известный объем раствора хлорида олова (II). Вычислить молярные концентрации дихромата и олова (II) в исходных растворах.
34. При обработке водой 4,6 г сплава рубидия и еще одного щелочного металла получено 2,241 л водорода (н.у.). Какой металл является вторым компонентом сплава? Каков состав сплава в процентах по массе?
35. В дыхательном аппарате находится оксилит (прессованная в виде таблеток смесь порошков Na_2O_2 и KO_2, взятых в эквимолярных количествах) с известной массой. Вычислить объемы (н.у.) поглощаемого углекислого газа и выделяемого кислорода при полном использовании данной порции оксилита.
36. Сколько кислорода следует добавить к заданному объему воздуха, чтобы содержание кислорода в воздухе повысить до заданной величины?
37. Сколько озона следует добавить к заданному объему воздуха, чтобы получить газовую смесь, плотность которой равна плотности кислорода при той же температуре?
38. Если весь кислород воздуха перевести в озон, какова будет молярная масса полученной газовой смеси?
39. При прохождении воздуха через озонатор его плотность повысилась в заданное число раз. Вычислить содержание озона в полученной газовой смеси.
40. Сколько тонн нитрата аммония следует смешать с заданным количеством сульфата аммония для получения удобрения, содержащего 30% связанного азота?
41. В каком соотношении следует смешать дигидро- и гидрофосфат аммония, чтобы получить удобрение, содержащее 59,7% связанного P_2O_5? Сколько процентов азота содержит это удобрение?
42. Солевая масса, полученная из вод Балтийского моря, содержит в среднем 84,7% хлорида натрия и 9,7% хлорида магния. Сколько такой солевой массы потребуется переработать для получения заданного количества хлора?
43. Сравнить поведение хлора при пропускании его в холодный и горячий раствор щелочи.
44. Охарактеризовать способы получения простых веществ, образованных элементами заданной подгруппы.

Тема: Химия переходных элементов

1. Почему не существуют йодид и цианид железа (III)?

2. Пользуясь таблицей стандартных окислительно-восстановительных потенциалов, определить, могут ли в водном растворе совместно присутствовать ионы Fe^{3+} и Sn^{2+}, Fe^{2+} и MnO_4^-, Fe^{2+} и $Cr_2O_7^{2-}$.
3. Сравнить устойчивость и магнитные моменты тетрахлорокупрата (II) и тетрацианокупрата (II), гексацианоферрата (II) и (III).
4. Вычислить концентрацию ионов Co^{3+} в водном растворе хлорида гексамминкобальта (III) заданной молярной концентрации.
5. Определить направление протекания в водном растворе в стандартных условиях реакции

$[Co(NH_3)_6]^{3+}+6CN^- \Leftrightarrow [Co(CN)_6]^{3-}+6NH_3$

6. На основании того, что гидроксид платины (IV) растворяется в водных растворах едкого натра и соляной кислоты, можно ли считать его амфотерным?
7. В чем сходство и различие у продуктов реакций тетрахлороплатината (II) калия с аммиаком и хлорида тетрамминплатины (II) с соляной кислотой?
8. Имеются два электролизера, соединенные последовательно и содержащие раствор медного купороса. В первом электроды инертные (платиновые), во втором - медные. После пропускания определенной порции электричества, в первом получено 1,12 л газа (н.у.). Охарактеризовать (количественно) процессы, прошедшие во втором электролизере.
9. Могут ли в водном растворе сосуществовать дитиосульфатоаргентат (I) и цианид, тетрахлороаурат (III) и бромид?
10. Сравнить электропроводность равномолярных водных растворов йодидов цинка и кадмия.
11. Как различить водные растворы нитратов ртути (I) и (II)?
12. Сравнить отношение оксида меди (I) к разбавленным азотной и серной кислотам.

Тестовые задания

Тема: Электронные представления в химии

1. Атом натрия отличается от катиона натрия:
   1) размерами: 2) числом нейтронов; 3) числом протонов; 4) числом электронов
2. Катион натрия отличается от фторид-аниона:
   1) ионным радиусом; 2) числом нуклонов; 3) числом протонов; 4) числом электронов
3. Атомы каких элементов содержат в основном состоянии одинаковое число электронов на электронной *N*-оболочке?
   1) барий 2) гафний 3) кадмий 4) олово
4. Сколько неспаренных электронов в ионе Co^{2+}?
5. Расположить элементы в порядке возрастания числа неспаренных электронов в атоме в основном состоянии
   1) хром 2) железо 3) марганец 4) ванадий
6. У атомов каких элементов заполнена электронная *N*-оболочка?
   1) висмут 2) золото 3) криптон 4) ксенон
7. Сколько энергетических уровней полностью заполнено электронами у иодид-иона?
8. Предположим, что у некоторого гипотетического элемента А есть два изотопа: ^{60}A и ^{62}A, а в периодической таблице приведена атомная масса А, равная 60,5. Во сколько раз число атомов легкого изотопа больше, чем тяжелого?
9. На сколько больше нейтронов в ядре ^{56}Fe, чем в ядре ^{28}Si?
10. Сколько валентных электронов в ионе Co^{2+}?
11. Сколько валентных подуровней существует у атома фосфора?
12. Сколько валентных АО существует у атома фосфора?

13. Сколько *p*-электронов у атома фосфора?
14. Сколько в сумме нейтронов, протонов и электронов в атоме изотопа ^{31}P?
15. Смешали NH_3 и DCl в эквимолярном соотношении. При термическом разложении продукта получена смесь газов. Чему равно отношение парциальных давлений HCl и DCl в полученной газовой смеси?
16. Предположим, что некоторое атомное ядро, имеющее массовое число 250, содержит нейтронов в полтора раза больше, чем протонов. Чему равно зарядовое число этого ядра?
17. Валентные способности атома зависят от:
    1) ионизационного потенциала; 2) сродства к электрону;
    3) электронного строения; 4) электроотрицательности;
18. В ряду фтор-хлор-бром-иод уменьшается:
    1) атомный радиус; 2) ионизационный потенциал атома; 3) химическая активность простого вещества; 4) число валентных АО;
19. В ряду азот-кислород-фтор монотонно уменьшается:
    1) атомный радиус; 2) ионизационный потенциал атома;
    3) химическая активность простого вещества; 4) валентность атома;
20. Число электронов в атоме равно:
    1) зарядовому числу атомного ядра;
    2) зарядовому числу атомного ядра за вычетом числа нейтронов в ядре;
    3) массовому числу атомного ядра за вычетом зарядового числа ядра;
    4) массовому числу атомного ядра за вычетом числа нейтронов в ядре;
21. Подоболочки 2*s*- и 3*s*- отличаются:
    1) значением главного квантового числа АО;
    2) значением орбитального квантового числа АО;
    3) числом АО;
    4) числом узловых поверхностей АО;

Тема: Основы химической термодинамики и кинетики

1. В каких процессах при увеличении давления равновесие смещается вправо?
    1) $CaCO_3 = CaO + CO_2$
    2) $NH_3 + HCl = NH_4Cl$
    3) $N_2 + O_2 = 2\ NO$
2. В каких процессах положение равновесия не зависит от изменения давления?
    1) $CaCO_3 = CaO + CO_2$
    2) $NH_3 + HCl = NH_4Cl$
    3) $N_2 + O_2 = 2\ NO$
3. Не может быть отрицательной:
    1) энтальпия вещества;
    2) энтальпия образования вещества;
    3) энтальпия процесса;
4. Не может быть отрицательной:
    1) энтропия вещества;
    2) энтропия эндотермического процесса;
    3) энтропия процесса, самопроизвольно протекающего в изолированной системе;
5. Не может быть положительной:
    1) энергия Гиббса образования вещества;
    2) энергия Гиббса самопроизвольного процесса;
    3) стандартная энергия Гиббса самопроизвольного процесса;
6. Для любого самопроизвольно протекающего процесса:
    1) $\Delta G < 0$ 2) $\Delta G^o < 0$ 3) $\Delta S > 0$

7. Константа равновесия увеличивается с уменьшением температуры, если для прямой реакции:

1) $\Delta H^o > 0$ 2) $\Delta H^o < 0$ 3) $\Delta S^o > 0$ 4) $\Delta S^o < 0$

Тема: Химические равновесия в растворах электролитов

1. Расположить вещества в порядке возрастания *p*H водных растворов с одинаковой молярной концентрацией:
   1) ацетат натрия 2) муравьиная кислота 3) уксусная кислота
   4) формиат натрия
2. Какой из приведенных реакций соответствует сокращенно-ионное уравнение $H^+ + OH^- = H_2O$?
   1) $H_2SO_4 + Ba(OH)_2 \longrightarrow$ 2) $H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow$
   3) $H_2SO_4 + Mg(OH)_2 \longrightarrow$ 4) $CH_3COOH + NaOH \longrightarrow$
3. Добавление какого вещества усиливает гидролиз ацетата натрия?
   1) гидроксид натрия 2) серная кислота 3) сульфат магния
   4) сульфат натрия
4. В водном растворе карбонат натрия можно обнаружить по взаимодействию с:
   1) гидроксидом бария 2) гидроксидом натрия 3) серной кислотой
   4) углекислотой 5) фенолфталеином
5. Расположить вещества в порядке возрастания *p*H водных растворов с одинаковой молярной концентрацией:
   1) гидрокарбонат натрия 2) гидроксид натрия 3) гидросульфат натрия
   4) карбонат натрия 5) углекислота
6. Образование кислой соли возможно при растворении в воде::
   1) ацетата натрия 2) карбоната натрия 3) сульфата магния
   4) сульфата натрия
7. В сильнокислой среде в значительном количестве могут существовать ионы:
   1) ацетат 2) гидрокарбонат 3) гидроксид 4) карбонат 5) перхлорат
8. В сильнощелочной среде в значительном количестве могут существовать ионы:
   1) ацетат 2) водород(I) 3) дигидрофосфат 4) магний(II) 5) натрий(I)
   6) перхлорат 7) фосфат
9. С помощью каких растворов можно различить между собой водные растворы сульфата натрия и фосфата натрия?
   1) гидроксид натрия 2) серная кислота 3) фенолфталеин
   4) фосфорная кислота 5) хлорид магния
10. Как получить гидроксид алюминия из водного раствора сульфата алюминия?
   1) добавить избыток раствора аммиака
   2) добавить избыток раствора гидроксида натрия
3) добавить избыток раствора соды

Тема: Окислительно-восстановительные процессы

1. Какие реакции относятся к окислительно-восстановительным?
   1) $HCl + Na_2S \longrightarrow$ 2) $HNO_3 + Na_2S \longrightarrow$
   3) $NaNO_2 + Na_2S \longrightarrow$ 4) $Na_2S + H_2S \longrightarrow$
2. Чему равна сумма стехиометрических коэффициентов в уравнении реакции: $KMnO_4 + KOH$ (конц) $+ KNO_2 \longrightarrow \bullet\bullet\bullet$?
3. Сколько электронов фигурирует в полуреакции восстановления для процесса, протекающего при действии серной кислоты на раствор манганата калия?
4. Какие схемы имеют отношение к окислению или восстановлению?
   1) $HS^- \longrightarrow S$ 2) $HS^- \longrightarrow S^{2-}$
   3) $MnO_4^{2-} \longrightarrow MnO_4^-$ 4) $Zn^{2+} \longrightarrow [Zn(OH)_4]^{2-}$
5. Какие схемы имеют отношение к окислению или восстановлению?

1) $HCHO \longrightarrow HCOO^-$ 2) $HCOOH \longrightarrow HCOO^-$

3) $SO_3^{2-} \longrightarrow SO_2$ 4) $SO_4^{2-} \longrightarrow SO_2$

6. Какие схемы отражают восстановление?

1) $Cl_2 \longrightarrow Cl^-$ 2) $OCl^- \longrightarrow Cl_2$

3) $H_2O_2 \longrightarrow O_2$ 4) $NH_3 \longrightarrow NH_4^+$

7. Какие схемы отражают восстановление?

1) $C_2O_4^{2-} \longrightarrow CO_2$ 2) $Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow CrO_4^{2-}$

3) $H_2O_2 \longrightarrow OH^-$ 4) $S_2O_8^{2-} \longrightarrow SO_4^{2-}$

8. Сколько молей электронов отдает (–) или принимает (+) моль окислителя в реакции: $K_2Cr_2O_7 + K_2SO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow$ • • • ?

9. В каких случаях нет химического взаимодействия?

1) $CO_2 + H_2S \longrightarrow$ 2) $SO_2 + H_2S \longrightarrow$

3) $NO + H_2O \longrightarrow$ 4) $NO_2 + H_2O \longrightarrow$

10. Чему равен заряд ядра атома элемента, который проявляет окислительные свойства в реакции: $CaH_2 + H_2SO_4 \longrightarrow$ • • • ?

11. Термическое разложение каких солей аммония является окислительно-восстановительным?

1) карбоната 2) нитрата 3) нитрита 4) фосфата

5.3 Система оценивания.

Проходной балл для студентов, освоивших дисциплину "Неорганическая химия", составляет 61 балл, набранных путем суммирования баллов на учебных встречах, из возможных 100 баллов.

Студенты, набравшие менее 61 балла за дисциплину, в обязательном порядке сдают экзамен.

Студенты, набравшие от 61 до 75.99 баллов, имеют право не посещать экзамен и получить оценку "удовлетворительно".

Студенты, набравшие от 76 до 90.99 баллов, имеют право не посещать экзамен и получить оценку "хорошо".

Студенты, набравшие более 91 балла автоматически получают оценку "отлично".

Студенты, набравшие от 61 до 90.99 баллов, имеют право повысить свою оценку путем сдачи экзамена. При этом, оценка, набранная путем суммирования баллов в течение семестра, аннулируется и в зачетную книжку проставляется оценка, полученная на экзамене.

Порядок прохождения экзамена:

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов и одной задачи.

В первой группе для подготовки к ответу на экзаменационный билет в аудиторию входят 8 студентов. Каждый из студентов должен иметь при себе зачетную книжку, ручку, бумагу, желательно иметь при себе справочные материалы, таблицы (периодическая система Д.И.Менделеева, растворимости и т.д.), калькулятор для проведения математических расчетов. Время на подготовку – 45 минут. Не разрешается пользоваться смартфонами и другими средствами, несущими фактическую информацию ответа на экзаменационные вопросы. Ответы на экзаменационные вопросы оцениваются по системе: «отлично» - студент дал полные ответы на теоретические вопросы и решил практическую часть билета; «хорошо» - есть некоторое непонимание сущности вопроса и недочеты при ответе на билет; «удовлетворительно» - студент слабо разбирается в теоретических вопросах, при наводящих вопросах экзаменатора пытается сформулировать ответ, практические задачи не решены, но при помощи экзаменатора студент пытается довести решение до логического конца; «неудовлетворительно» - студент невразумительно или совсем не отвечает на теоретические вопросы, практическая часть билета не решена, на наводящие ответы экзаменатора ответить не может.

Вопросы к экзамену «Неорганическая химия, часть 1»

1. Способы выражения химического состава раствора. Растворимость. Факторы, влияющие на растворимость.

2. Стехиометрические законы и их современное содержание.

3. Опыт Резерфорда. Планетарная модель строения атома Нагаоки- Резерфорда. Атомное ядро, его характеристики. Нуклоны. Изотопы. Изобары. Электродинамическая несостоятельность планетарной модели. Спектроскопия. Представление о физике электромагнитного поля. Атомные спектры излучения. Квантовая концепция стационарных состояний атома. Соотношение Планка. Постоянная Планка.

4. Теория Бора. Энергетический уровень. Главное квантовое число. Радиус стационарной орбиты для одноэлектронного атома. Энергия электрона на стационарной орбите в одноэлектронном атоме. Волновое число. Уравнение Бальмера-Ридберга. Постоянная Ридберга. Атомный спектр водорода. Несостоятельность теории Бора.

5. Представление о квантовой механике. Корпускулярно-волновой дуализм. Соотношение де Бройля. Стационарное волновое уравнение Шредингера, его решения. Принцип неопределенностей Гайзенберга. Волновая функция. Плотность вероятности нахождения электрона в заданном месте пространства. Радиальная плотность вероятности. Атомная орбиталь (АО). Граничная поверхность.

6. Квантовые числа. Узловая поверхность. Атомная спин-орбиталь (АСО). Принцип (запрет) Паули. Энергетические диаграммы (электронно- графические структуры) атомов. Квантовая ячейка.

7.Строение многоэлектронных атомов. Одноэлектронное приближение. Эффективный заряд атомного ядра. Эффект межэлектронного взаимодействия в атоме. Экранирование. Эффект электронного проникновения. Энергетические уровни и подуровни. Правила Клечковского. Энергии АО. Электронные формулы. Принцип наименьшей энергии.

8. Строение многоэлектронных атомов. Электронные формулы и энергетические диаграммы (электронно-графические структуры) атомов. Связь периодической системы и электронного строения атомов. Правило Хунда (принцип максимальной мультиплетности). Общие закономерности и аномалии в последовательности заполнения электронами атомных орбиталей. Электронные семейства элементов.

9. Атомные радиусы. Тенденции изменения атомных радиусов в горизонтальных и вертикальных рядах периодической системы. d- и f- сжатие. Энергия (потенциал) ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность, закономерности изменения в горизонтальных и вертикальных рядах периодической системы, связь с электронными конфигурациями атомов.

10.Периодический закон и периодическая система элементов Д.И.Менделеева, связь с электронным строением атомов. Валентные электроны. Переходные и непереходные элементы.

11.Оптические спектры молекул и составляющих их атомов. Химическая связь. Роль теории электронного строения атомов. Валентные электроны и валентные возможности атомов. Ионная теория Косселя. Роль октетной электронной конфигурации. Электровалентность. Роль электронной пары в образовании химической связи.

12. Электронная теория химической связи Льюиса-Лэнгмюра. Роль неспаренных электронов. Свободные радикалы. Образование электронных пар. Валентность (ковалентность) по Льюису-Лэнгмюру. Графические (структурные) формулы.

13. Ковалентная связь. Полярные и неполярные молекулы. Электроотрицательность. Полярность связи. Эффективный заряд. Диполь. Дипольный момент двухатомной молекулы. Ионная связь.

14. Механизмы образования ковалентной связи. Ковалентность. Валентные возможности атомов. Основное и возбужденные состояния атомов. Промотирование электронов.

15. Перекрывание АО. σ-связь. Валентные углы. π-связь. Цис-транс- изомерия молекул. δ-связь.

16. Строение молекул. ОЭПВО (Гиллеспи). Химическое строение молекул. Центральный и периферические атомы (лиганды). Координационное число. Представление о локализованных валентных электронных парах (ЛВЭП). Валентные связанные (ВСЭП) и неподеленные (ВНЭП) электронные пары. Стерическое число (СЧ). Формы правильных симплексов для различных СЧ. Факторы, влияющие на валентные углы: взаимное отталкивание ВСЭП и ВНЭП, кратность связи, соотношение электроотрицательностей атомов и их размеры. Дипольные моменты молекул.

17. Электронное строение молекул. Гибридизация АО.

18. МВС. Описание химической связи в молекуле водорода Гайтлером и Лондоном. Обменное взаимодействие. Потенциальные кривые. Эффективный заряд атомного ядра. Направленность и насыщаемость ковалентной связи. Ограниченность МВС.

19. ММО. МО – ЛКАО. Плотность перекрывания АО. Интеграл перекрывания. Связывающие (СМО), несвязывающие (НМО), и разрыхляющие (РМО) МО.

20. Энергетические диаграммы (электронно-графические структуры) молекул. Порядок связи. Магнитные свойства. Магнитный момент.

21. Химическая связь в атомных кристаллах. Представление о зонной теории. Валентная зона, зона проводимости, запрещенная зона. Металлы, полупроводники, диэлектрики.

22. Межмолекулярные взаимодействия. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциальные кривые Леннарда-Джонса. Типы межмолекулярных взаимодействий. Эффекты Кеезома, Дебая и Лондона.

23. Водородная связь, межмолекулярная и внутримолекулярная. Особое положение и значение водородной связи.

24. Представление о химической термодинамике. Первый закон термодинамики. Термохимия. Закон Гесса и его применения. Энтальпийные диаграммы. Энергии связей.

25. Второй и третий законы термодинамики. Энтропия.

26. Определение направления самопроизвольного протекания и движущей силы химических процессов. Энергия Гиббса (свободная энтальпия) и ее составляющие.\

27. Обратимые и необратимые реакции. Химическое равновесие. Активность. Константа равновесия, зависимость от температуры. Принцип Ле Шателье-Брауна.

28. Представление о химической кинетике. Скорость химической реакции, средняя и истинная. Формальная кинетика. Основной закон химической кинетики. Кинетические уравнения. Константа скорости, физический смысл. Порядок реакции (частный и общий). Кинетический аспект химического равновесия.

29. Зависимость скорости реакции от температуры. Представление о теории абсолютных скоростей реакций. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Предэкспоненциальный множитель, физический смысл. Правило Вант-Гоффа. Температурный коэффициент.

30. Представление о катализе. Катализ гомогенный и гетерогенный. Автокатализ. Применения катализа. Ингибирование.

31. Кислородные и водородные соединения. Оксиды и их гидратные формы. Кислоты и основания. Соли, классификация. Генетическая связь между классами неорганических соединений, способы получения, свойства.

32. Коллигативные свойства растворов. Законы Рауля. Конденсированное состояние вещества. Фазовые диаграммы. Диаграмма состояния воды. Эбуллиоскопическая и криоскопическая константы, физический смысл и размерность. Осмос, движущая сила. Осмотическое давление. Правило Вант-Гоффа. Обратный осмос. Методы определения молекулярных масс.

33. Растворы электролитов. Электролитическая диссоциация. Изотонический коэффициент. Физико-химическая теория растворов. Диэлектрическая проницаемость

растворителя. Степень электролитической диссоциации, связь с изотоническим коэффициентом. Классификация электролитов по силе. Кажущаяся степень диссоциации. Активность (Льюис). Коэффициент активности. Понятие о теории Дебая-Хюккеля. Ионная сила. Солевой эффект.

34. Кислоты и основания. Кислотно-основные реакции. Протолитическая теория Бренстеда-Лаури. Протолитические превращения в растворах электролитов. Сопряженные протолитические пары кислота/основание. Теория Лукса – Флуда. Теория Усановича. Электронная теория кислотно-основных реакций Льюиса. Теория ЖМКО (Пирсон).

35. Химические равновесия в водных растворах слабых электролитов. Закон разбавлений Оствальда. Диссоциация (ионизация) воды (автопротолиз). Ионное произведение воды. Водородный и гидроксидный показатели.

36. Буферные растворы, их действие. Уравнение Хендерсона-Хассельбальха. Буферная емкость.

37. Гетерогенные равновесия. Произведение растворимости и растворимость. Смещение равновесия осадок Û насыщенный раствор.

38. Ионные реакции обмена в растворах электролитов. Правило Бертолле. Смещение равновесия в реакциях обмена. Разрушение комплексов и растворение осадков.

39. Кислотно-основные взаимодействия, гидролиз солей как частный случай протолитических превращений в водных растворах электролитов. Константа и степень гидролиза.

40. Окислительно-восстановительные реакции (ОВР). Степень окисления (электрохимическая валентность). Окисление и восстановление. Окислители и восстановители. Классификация ОВР. Составление уравнений ОВР.

41. Электрохимические процессы. Электродный потенциал. Число Фарадея. Уравнение Нернста. Водородный электрод. Ряд напряжений.

42. Электролиз растворов и расплавов. Электролитическое рафинирование металлов. Коррозия металлов и борьба с ней.

43. Окислительно-восстановительные потенциалы. Уравнение Нернста. Таблица стандартных окислительно-восстановительных потенциалов, выводы из нее. Направление протекания ОВР. Константа равновесия окислительно-восстановительного процесса.

44. Вольт-эквивалент. Диаграммы Латимера. Диаграммы Фроста. Сопоставление окислительно-восстановительных свойств и устойчивости соединений элементов в разных степенях окисления.

45. pH-зависимые окислительно-восстановительные потенциалы. Диаграммы Пурбэ.

46. Координационная теория Вернера. Комплексообразователь. Лиганды, дентатность. Координационное число. Внутренняя и внешняя сферы комплекса. Классификация, номенклатура и изомерия комплексных соединений.

47. Диссоциация комплексных соединений (КС) в водных растворах. Константы нестойкости и устойчивости, ступенчатые и общие. Образование и разрушение КС: термодинамика и кинетика.

48. Химическая связь в КС с позиций метода валентных связей (МВС). Координационная связь, механизм образования. Донорно-акцепторная и дативная связь. Геометрическая форма комплекса. Типы гибридизации валентных орбиталей комплексообразователя. Спектрохимический ряд лигандов. Магнитные свойства комплексов. Факторы, определяющие устойчивость комплекса. Комплексы внутри- и внешнеорбитальные, низко- и высокоспиновые, инертные и лабильные. Кинетика и механизмы химических реакций комплексных соединений.

49. Теория кристаллического поля (ТКП). Расщепление *d*-орбиталей комплексообразователя в октаэдрическом и тетраэдрическом лигандном поле. Факторы, определяющие энергию расщепления. Образование спин-спаренных и спин-свободных комплексов. Энергия стабилизации кристаллическим полем (ЭСКП). Окраска комплексов.

50. Химическая связь в КС с позиций метода молекулярных орбиталей (ММО).

Вопросы к экзамену «Неорганическая химия, часть 2»

1.Периодическая система элементов Д.И.Менделеева как основа химической систематики. Структура периодической системы, связь со строением атомов. Типические (по Менделееву) элементы. Общие закономерности и аномалии в изменении свойств элементов и их соединений. Степени окисления. Правило четности. Вторичная периодичность. Диагональное сходство. Горизонтальные и вертикальные аналогии. Внутренняя периодичность.

2.Инертные газы, строение, свойства. Химия фтор- и кислородсодержащих соединений ксенона. Представление об описании многоцентровых химических связей в теории гипервалентных связей.

3.Водород. Положение в периодической системе. Простое вещество. Химические свойства. Значение водородной связи.

4.Галогены, общая характеристика. Особенности фтора. Галогеноводороды: устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства, способ получения. Галогениды, химическая связь, гидролиз.

5.Кислородсодержащие соединения галогенов, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Хлорная известь. Бертолетова соль.

6.Халькогены, общая характеристика. Простые вещества, строение и свойства. Катенация.

7.Халькогеноводороды: строение, устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Халькогениды, химическая связь. Оксиды и сульфиды. Ангидриды и тиоангидриды. Тиосоли. Пероксосоединения. Полисульфиды.

8.Кислородсодержащие соединения серы. Сернистый ангидрид и сернистая кислота, окислительно-восстановительная двойственность. Тионилхлорид, получение, свойства, применение.

9.Тиосерная кислота и ее соли, строение и свойства. Серные гомоцепи. Политионовые кислоты и их соли.

10.Серный ангидрид и серная кислота. Фтор- и хлорсульфоновая кислоты. Сульфурилхлорид. Полисерные кислоты и их соли.

11.Пниктогены, общая характеристика. Азот, основные валентные состояния, окислительно-восстановительные превращения. Строение молекулы и особенности химии азота.

12.Азот в природе. Физико-химические аспекты проблемы связанного азота: термодинамика и кинетика. Особенности термодинамики и кинетики химической реакции синтеза аммиака из простых веществ. Получение и очистка азота. Ректификация воздуха.

13.Сравнение простых веществ, образованных элементами - пниктогенами: строение молекул, реакционная способность. Фосфор, основные валентные состояния, устойчивость, окислительно-восстановительные превращения, сравнение с азотом.

14.Пниктогеноводороды: строение, свойства, комплексующее действие. Аммиак и фосфин: устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Соли аммония и фосфония, устойчивость.

15.Обзор водородных соединений азота. Гидразин, сравнение с пероксидом водорода и аммиаком, кислотность, устойчивость, свойства, производные. Гидроксиламин, сравнение с пероксидом водорода, аммиаком и гидразином, устойчивость, свойства, производные. Азотистоводородная кислота и ее соли.

16.Кислородные соединения азота, окислительно-восстановительные реакции, комплексы. Азотистая кислота и ее соли, строение, окислительно-восстановительная двойственность. Азотная кислота и ее соли, характер восстановления.

17.Соединения фосфора с водородом и кислородом, устойчивость. Оксиды фосфора. Фосфорноватистая кислота и гипофосфиты. Фосфористая кислота, таутомерия, производные. Фосфорные кислоты и их производные.

18.Кислородсодержащие соединения мышьяка, сурьмы и висмута, оксо- и гидроксоформы. Сравнение устойчивости, кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений пниктогенов.

19.Соединения мышьяка, сурьмы и висмута с серой и галогенами, гидролиз. Тиосоли.

20.Подгруппа углерода, общая характеристика. Простые вещества, строение и свойства, особенности кристаллического состояния. Полиморфизм. Искусственные алмазы. Особенности химии углерода. Углеродные гомоцепи. Представление об органической химии. Карбиды.

21.Оксиды углерода, строение молекул, свойства. Угольная кислота и ее соли. Временная жесткость воды.

22.Особенности химии кремния, сравнение с углеродом. Силициды, сравнение с карбидами. Силаны и алканы, сравнение устойчивости, отношение к воде, окислительно-восстановительные свойства.

23.Кремниевый ангидрид, сравнение с угольным, свойства. Кремниевые кислоты и их соли. Силикаты и карбонаты, особенности гидролиза. Золи и гели кремниевых кислот. Силикагель. Особенности аморфного кремнезема и силикатов.

24.Кремний в природе. Алюмосиликаты. Цеолиты. Керамика. Цемент. Вяжущие вещества. Стекла. Стеклообразное состояние вещества. Кремнийорганические соединения. Силанолы. Силоксаны. Силиконы.

25.Германий, олово, свинец, основные соединения, сравнение их устойчивости кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств. Соединения элементов подгруппы углерода с галогенами, гидролиз.

26.Подгруппа бора, общая характеристика, сравнение с РЗЭ. Бор, координационные числа, особенности их стабилизации. Химия бора. Соединения с металлами, водородом, галогенами и кислородом, устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства.

27.Борный ангидрид, борные кислоты и их производные, сравнение с аналогичными соединениями кремния. Бура: состав, строение, гидролиз. Применение соединений бора в химическом анализе. Особенности качественного и количественного анализа соединений бора.

28.Химия алюминия. Оксид алюминия и его роль. Кислотно-основные свойства соединений алюминия. Гидролиз солей. Полиядерные комплексы. Гелеобразование, сравнение с соединениями кремния. Алюминий в природе.

29.Галлий, индий и таллий, сравнение с РЗЭ. Особенности химии таллия, токсикология.

30.Оксосоединения 3p-элементов. Элемент-кислородные гетероцепи, устойчивость, оксополисоединения. Окислительно-восстановительные свойства оксосоединений 3p-элементов.

31.Щелочные металлы, общая характеристика. Простые вещества, свойства. Кислородные соединения. Диагональное сходство (литий-магний).

32.Подгруппа бериллия, общая характеристика, диагональное сходство, химическая связь в соединениях, сравнение со щелочными металлами. Оксиды, гидроксиды, их производные, кислотно-основные свойства. Комплексообразование. Разделение, выделение и очистка соединений, химический анализ. Жесткость воды, определение, способы устранения.

33.Особенности строения атомов переходных элементов, сравнение с непереходными. Изменение атомных радиусов и свойств в рядах и подгруппах переходных элементов. d- и f-сжатие. Комплексообразующая способность переходных элементов. Закономерности в изменении характерных степеней окисления переходных элементов в рядах и подгруппах, основные тенденции. Изменение устойчивости, окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств кислородных соединений переходных элементов и их производных.

34.РЗЭ. Общая характеристика. Лантаноиды и актиноиды, строение атома, свойства, внутренняя периодичность. Подгруппы титана и ванадия, общая характеристика.

35.Подгруппа хрома, общая характеристика. Простые вещества, кристаллическая структура, свойства. Хром, комплексные соединения, строение, значение. Гидратная изомерия. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений хрома (II), (III) и (VI). Полисоединения. Пероксосоединения хрома. Аналитические реакции элементов подгруппы хрома. Сравнение устойчивости, окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств высших кислородных соединений элементов подгруппы хрома.

36.Подгруппа марганца, общая характеристика. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений марганца (II), (III), (IV), (VI) и (VII). Окислительно-восстановительные превращения соединений марганца в различных средах, аналитические признаки и реакции. Сравнение комплексообразующей способности марганца и хрома. Сравнение устойчивости, кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств высших кислородных соединений элементов подгруппы марганца.

37.Железо, кобальт, никель. Толкование горизонтальных аналогий. Основные валентные состояния железа, кобальта и никеля, взаимные переходы между ними. Комплексные соединения, их значение, координационные числа, строение, сравнительная устойчивость, образование и разрушение, окислительно-восстановительные превращения и смена лигандного окружения, аналитические реакции.

38.Железо, кобальт, никель. Простые вещества, кристаллическая структура, свойства. Геохимическая характеристика железа, кобальта и никеля. Сплавы железа с углеродом. Фазовая диаграмма железо – углерод. Чугуны. Стали. Принципы легирования. Коррозия и борьба с ней. Современное состояние черной металлургии.

39.Устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений железа (II), (III) и (VI). Соли, ферриты, гидролиз. Ферраты. Сравнение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений двухвалентных и трехвалентных железа, кобальта и никеля.

40.Карбонилы переходных металлов, строение, свойства. Понятие о кластерах. Карбонильная очистка металлов. Ферроцен, получение, строение, свойства. Дибензолхром, строение. Комплексы переходных металлов с органическими лигандами.

41.Платиновые металлы и их комплексы. Кинетика и механизмы химических реакций комплексных соединений платиновых металлов. Сравнение химии железа, кобальта и никеля с химией платиновых металлов.

42.Подгруппа меди, общая характеристика, сравнение со щелочными металлами. Простые вещества, электрохимическая активность, свойства, применение. Переработка природного сырья. Основные валентные состояния, взаимные переходы между ними.

43.Соединения одновалентных меди, серебра и золота, устойчивость, комплексы, строение, свойства. Аналитические реакции на альдегиды: реакции Фелинга и серебряного зеркала.

44.Соединения меди (II), сравнение с соединениями меди (I). Комплексные соединения, строение, свойства. Эффект Яна-Теллера. Аналитические реакции. Йодометрическое определение меди в водных растворах.

45.Химия серебра. Основные соединения. Серебрение. Галогенсеребряная фотография. Переработка серебряных отходов.

46.Химия золота. Принципы металлургии. Основные валентные состояния, взаимные переходы между ними. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений золота. Комплексные соединения золота.

47.Подгруппа цинка, общая характеристика, сравнение со щелочноземельными металлами, химическая связь в соединениях. Простые вещества, электрохимическая активность, свойства, применение. Амальгамы. Токсикология цинка, кадмия и ртути. Техника безопасности при работе с цинком, кадмием, ртутью и их соединениями. Экологические проблемы загрязнения окружающей среды соединениями тяжелых металлов.

Геохимическая характеристика цинка, кадмия и ртути. Переработка руд цинка, кадмия и ртути. Разделение, выделение и очистка металлов.

48.Оксид и гидроксид цинка, кислотно-основные свойства. Соли цинка, гидролиз. Цинкаты. Комплексные соединения цинка, строение, свойства.

49.Оксид и гидроксид кадмия, кислотно-основные свойства, сравнение с соединениями цинка. Комплексные соединения кадмия, строение, сравнение с соединениями цинка. Автокомплексообразование.

50.Химия ртути. Валентные состояния ртути, взаимные переходы между ними, особенности строения, природа химической связи.

51.Соединения ртути, свойства, применение. Сулема. Каломель.

52.Комплексные соединения ртути, координационные числа, сравнение с соединениями цинка и кадмия. Амидные производные ртути. Основание Миллона. Реакция Несслера.

53.Халькогениды переходных металлов, свойства, применение. Роль сульфидов в химическом анализе.

54.Обзор химии 3d-элементов. Сравнение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений двухвалентных хрома, марганца, железа, кобальта, никеля, меди и цинка.

55.Качественный химический анализ неорганических веществ, методы, этапы подготовки. Дробный и систематический анализы водных растворов неорганических соединений. Аналитические группы, принципы классификации. Групповые реагенты.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

6.1 Основная литература:

1. Неорганическая химия: в 3-х т. /под ред. Ю.Д.Третьякова, Т.1: Физико-химические основы неорганической химии: Учебник для студ. высш. учеб заведений / Тамм, М.Е., Третьяков, Ю.Д.; - Москва: Издательский центр Академия, 2004. - 240 с. – Режим доступа: http://www.alleng.ru/d/chem/chem150.htm (Дата обращения 13.07.2018)

2. Мартынова, Т.В., Супоницкая, И.И., Агеева, Ю.С. Неорганическая химия [Электронный ресурс]: учебник / Т.В. Мартынова. — М.: ИНФРА-М, 2017 – 336 с.— Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=648408 (дата обращения 13.07.2018)

6.2 Дополнительная литература:

1. Денисов, В.В., Таланов, В.М., Денисова, И.А. и др. Общая и неорганическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие /Под ред. В.В. Денисова — Ростов–н/Д.: Феникс, 2013. — 573 с. — Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=912447 (дата обращения 13.07.2018)

2. Ушкалова, В. Н. Химия: общие вопросы неорганической, органической, физической химии: учеб. Пособие / В. Н. Ушкалова. - Шадринск: Дом Печати, 2006. - 643 с.

3. Химия в вопросах и задачах: [учебное пособие] / Г. М. Курдюмов. - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 192 с.

4. Кемпбел, Дж. Ар. Современная общая химия : в 3 т. / Дж. Артур Кемпбел. - Москва: Мир. Т. 1. - 1975. - 549 с.

5. Угай, Я. А.. Общая и неорганическая химия : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. "Химия" / Я. А. Угай. - 3-е изд., испр. - Москва : Высшая школа, 2002. - 527 с.

6.3 Интернет-ресурсы:

Электронные библиотеки: http://elibrary.agni-rt.ru

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Для осуществления образовательного процесса требуются компьютеры со следующим программным обеспечением: Microsoft Office, Word, Excel, Power Point, Internet.

8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) «Неорганическая химия»

УВ №1 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №2 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №3 Химическая лаборатория на 12 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

УВ №4 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №5 Химическая лаборатория на 12 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

УВ №6 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №7 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №8 Химическая лаборатория на 12 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

УВ №9 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №10 Химическая лаборатория на 12 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

УВ №11 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №12 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №13 Химическая лаборатория на 12 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

Калориметр для определения тепловых эффектов, электронные весы, термометр, цилиндр, воронка, стакан

Растворы солей хлорида бария, сульфатов меди, магния, цинка, гидроксидов калия и натрия, соляная кислота.

УВ №14 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №15 Химическая лаборатория на 12 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

УВ №16 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №17 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №18 Химическая лаборатория на 12 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

Для лабораторной работы "Химическая кинетика. Катализ":На каждое рабочее место: Растворы: сульфит натрия(подкисленный серной кислотой и добавлением крахмала), иодат натрия (калия), 2 н. соляная кислота, серная кислота, пероксид водорода (3%), 0,1 М дихромат калия, перманганат калия, 1 М щавелевая кислота, формалин 40%, 0,5 М соляная кислота, 0,5 М гидроксид натрия, этилацетат, фенолфталеин. Твердые вещества: карбонат кальция (порошок и кусочками), оксид ванадия (V), кристаллы соли марганца (II). железный гвоздь.Для лабораторной работы "Химическое равновесие":На каждое рабочее место: Растворы: хлорид железа (III) (разбавленный и конц.), роданид аммония (калия) (разбавленный и конц.), крахмал, иод, иодид калия, тиосульфат натрия 0.015 М. Кристаллический хлорид аммония (калия).

Для лабораторной работы "Химическая кинетика. Катализ":На каждое рабочее место: секундомер, 8 стаканчиков на 100 мл, термометр, комплект стеклянных пробирок (10 шт.), установка для проведения катализа (бюретка, уравнительная трубка, двухколенная пробирка, воронка), колба (на 250 мл) с притертой пробкой, пипетка на 5-10 мл, бюретка для титрования, водяная баня, обратный холодильник.

Для лабораторной работы "Химическое равновесие":

На каждое рабочее место: Комплект пробирок, стакан на 100 мл, колба на 250 мл плоскодонная для титрования, бюретка, штатив, спиртовка.

УВ №19 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №20 Химическая лаборатория на 12 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

УВ №21 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №22 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №23 Химическая лаборатория на 12 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

На каждое рабочее место: Комплект пробирок (10 шт.), стеклянная палочка

На каждое рабочее место: растворы 0.1М и конц. соляная кислота, 0.1М гидроксид натрия, 0.1М и 0.2М уксусная кислота, 0.1М раствор аммиака, 0.2М ацетат натрия, хлорид натрия, хлорид аммония, карбонат натрия, ацетат аммония, хлорид сурьмы (III) конц., хлорид железа (III), хлорид кальция, сульфат натрия, нитрат свинца, иодид калия, оксалат натрия, сульфид аммония (натрия), фенолфталеин. Универсальная индикаторная бумага.

УВ №24 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №25 Химическая лаборатория на 12 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

УВ №26 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №27 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №28 Химическая лаборатория на 12 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

УВ №29 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №30 Химическая лаборатория на 12 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

УВ №31 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №32 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №33 Химическая лаборатория на 12 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

На каждое рабочее место: растворы конц. и разб. азотная и серная и соляная кислоты, конц. и разб. гидроксид натрия, бромная вода, 0.05М перманганат калия, 1М сульфит натрия, нитрит натрия подкисленный, йодид калия, крахмал, пероксид водорода. Твердые: цинковая пыль, медь, сера, оксид марганца (IV), бихромат аммония, бихромат калия.

На каждое рабочее место: комплект пробирок (10 шт.), спиртовка, керамическая плитка, стеклянная палочка.

УВ №34 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №35 Химическая лаборатория на 12 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

УВ №36 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №37 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №38 Химическая лаборатория на 12 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

На каждое рабочее место растворы: нитрат серебра, хлорид натрия, конц. и разб. раствор аммиака, конц. и разб. гидроксид натрия, конц. азотная и соляная кислоты, сульфид натрия, соль никеля (II), алюминия (III), хрома (III), олова (II), цинка (II), свинца (II), кобальта (II), меди (II), железоаммонийные квасцы, красная кровяная соль, конц. и разб. роданид аммония, хлорид бария, конц. хлорид кобальта, хлорид аммония, 30% пероксид водорода, амиловый спирт, этиловый спирт. Кристаллические $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $CoCl_2 \cdot 6H_2O$.

На каждое рабочее место: комплект пробирок (10 шт.), спиртовка, химический стакан на 100 мл, коническая колба на 100 мл, стеклянная палочка. Для всех обучающихся: сушильный шкаф, электроплитка, центрифуга, воронка Бюхнера, колба Бунзена, водоструйный насос, фарфоровый чашечки , кристаллизатор с водой или снегом.

УВ №39 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №40 Химическая лаборатория на 12 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

УВ №41 Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием. Доска.

УВ №42 Аудитория

«Неорганическая химия, часть 2»

УВ №1 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №2 Химическая лаборатория на 13 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

При выполнении лабораторных работ необходимо следующее оборудование и материалы: шкафы вытяжной вентиляции, учебно-лабораторный комплекс, сушильные шкафы, электродистиллятор, технические электронные весы, центрифуга, электроплитки, водяная и песчаная бани, термометры, ареометры, лабораторные штативы, стеклянная и фарфоровая посуда, химические реактивы

УВ №3 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №4 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №5 Химическая лаборатория на 13 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

При выполнении лабораторных работ необходимо следующее оборудование и материалы: шкафы вытяжной вентиляции, учебно-лабораторный комплекс, сушильные шкафы, электродистиллятор, технические электронные весы, центрифуга, электроплитки, водяная и песчаная бани, термометры, ареометры, лабораторные штативы, стеклянная и фарфоровая посуда, химические реактивы

УВ №6 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №7 Химическая лаборатория на 13 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

При выполнении лабораторных работ необходимо следующее оборудование и материалы: шкафы вытяжной вентиляции, учебно-лабораторный комплекс, сушильные шкафы, электродистиллятор, технические электронные весы, центрифуга, электроплитки, водяная и песчаная бани, термометры, ареометры, лабораторные штативы, стеклянная и фарфоровая посуда, химические реактивы

УВ №8 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №9 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №10 Химическая лаборатория на 13 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

При выполнении лабораторных работ необходимо следующее оборудование и материалы: шкафы вытяжной вентиляции, учебно-лабораторный комплекс, сушильные шкафы, электродистиллятор, технические электронные весы, центрифуга, электроплитки, водяная и песчаная бани, термометры, ареометры, лабораторные штативы, стеклянная и фарфоровая посуда, химические реактивы

УВ №11 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №12 Химическая лаборатория на 13 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

При выполнении лабораторных работ необходимо следующее оборудование и материалы: шкафы вытяжной вентиляции, учебно-лабораторный комплекс, сушильные шкафы, электродистиллятор, технические электронные весы, центрифуга, электроплитки, водяная и песчаная бани, термометры, ареометры, лабораторные штативы, стеклянная и фарфоровая посуда, химические реактивы

УВ №13 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №14 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №15 Химическая лаборатория на 13 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

При выполнении лабораторных работ необходимо следующее оборудование и материалы: шкафы вытяжной вентиляции, учебно-лабораторный комплекс, сушильные шкафы, электродистиллятор, технические электронные весы, центрифуга, электроплитки, водяная и песчаная бани, термометры, ареометры, лабораторные штативы, стеклянная и фарфоровая посуда, химические реактивы

УВ №16 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №17 Химическая лаборатория на 13 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

При выполнении лабораторных работ необходимо следующее оборудование и материалы: шкафы вытяжной вентиляции, учебно-лабораторный комплекс, сушильные шкафы, электродистиллятор, технические электронные весы, центрифуга, электроплитки, водяная и песчаная бани, термометры, ареометры, лабораторные штативы, стеклянная и фарфоровая посуда, химические реактивы

УВ №18 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №19 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №20 Химическая лаборатория на 13 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

При выполнении лабораторных работ необходимо следующее оборудование и материалы: шкафы вытяжной вентиляции, учебно-лабораторный комплекс, сушильные шкафы, электродистиллятор, технические электронные весы, центрифуга, электроплитки, водяная и песчаная бани, термометры, ареометры, лабораторные штативы, стеклянная и фарфоровая посуда, химические реактивы

УВ №21 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №22 Химическая лаборатория на 13 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

При выполнении лабораторных работ необходимо следующее оборудование и материалы: шкафы вытяжной вентиляции, учебно-лабораторный комплекс, сушильные шкафы, электродистиллятор, технические электронные весы, центрифуга, электроплитки, водяная и песчаная бани, термометры, ареометры, лабораторные штативы, стеклянная и фарфоровая посуда, химические реактивы

УВ №23 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №24 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №25 Химическая лаборатория на 13 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

УВ №26 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №27 Химическая лаборатория на 13 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

При выполнении лабораторных работ необходимо следующее оборудование и материалы: шкафы вытяжной вентиляции, учебно-лабораторный комплекс, сушильные шкафы, электродистиллятор, технические электронные весы, центрифуга, электроплитки, водяная и песчаная бани, термометры, ареометры, лабораторные штативы, стеклянная и фарфоровая посуда, химические реактивы

УВ №28 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №29 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №30 Химическая лаборатория на 13 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

При выполнении лабораторных работ необходимо следующее оборудование и материалы: шкафы вытяжной вентиляции, учебно-лабораторный комплекс, сушильные шкафы, электродистиллятор, технические электронные весы, центрифуга, электроплитки, водяная и песчаная бани, термометры, ареометры, лабораторные штативы, стеклянная и фарфоровая посуда, химические реактивы

УВ №31 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №32 Химическая лаборатория на 13 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

При выполнении лабораторных работ необходимо следующее оборудование и материалы: шкафы вытяжной вентиляции, учебно-лабораторный комплекс, сушильные шкафы, электродистиллятор, технические электронные весы, центрифуга, электроплитки, водяная и песчаная бани, термометры, ареометры, лабораторные штативы, стеклянная и фарфоровая посуда, химические реактивы

УВ №33 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №34 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №35 Химическая лаборатория на 13 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

При выполнении лабораторных работ необходимо следующее оборудование и материалы: шкафы вытяжной вентиляции, учебно-лабораторный комплекс, сушильные шкафы, электродистиллятор, технические электронные весы, центрифуга, электроплитки, водяная и песчаная бани, термометры, ареометры, лабораторные штативы, стеклянная и фарфоровая посуда, химические реактивы

УВ №36 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №37 Химическая лаборатория на 13 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

При выполнении лабораторных работ необходимо следующее оборудование и материалы: шкафы вытяжной вентиляции, учебно-лабораторный комплекс, сушильные шкафы, электродистиллятор, технические электронные весы, центрифуга, электроплитки,

водяная и песчаная бани, термометры, ареометры, лабораторные штативы, стеклянная и фарфоровая посуда, химические реактивы

УВ №38 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №39 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №40 Химическая лаборатория на 13 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

УВ №41 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №42 Химическая лаборатория на 13 посадочных мест с 4-мя вытяжными шкафами, 2-мя раковинами для мытья посуды, сушильным шкафом, емкостями с дистиллированной водой.

УВ №43 Наличие мультимедийного оборудования

УВ №44 Аудитория

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова/
01 июня 2020 г.

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Рабочая программа

для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия

Профиль: Химия

форма обучения очная

Казанцева Т.Е. Математический анализ. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: Химия, очная форма обучения. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Математический анализ [электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.utmn.ru/sveden/education/# .

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Казанцева Т.Е, 2020.

1. Пояснительная записка

Цель дисциплины - научить студентов видеть связь между объектами реального мира и математическими понятиями, а также выработать готовность использовать математический аппарат в своих исследованиях.

Задачи дисциплины:

- выработать технические навыки математических преобразований,
- сформировать у студентов знания и умения, необходимые для дальнейшего самообразования в области применения методов математической обработки информации,
- формирование математической культуры и развитие логического мышления студентов,
- сформировать у студентов представление о математических моделях, которые могут быть использованы ими при решении задач химической направленности.

1.1. Место дисциплины *(модуля)* в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математический анализ» входит в обязательную часть Блока дисциплин Б1, базовая часть.

Для её успешного изучения необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин «Высшая математика I» или «Высшая математика II».

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины *(модуля)*

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	**Код и наименование части компетенции** ***(при наличии паспорта компетенций)***	**Планируемые результаты обучения:** **(знаниевые/функциональные)**
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1**. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; **УК-1.2**. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; **УК-1.3**. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов; **УК-1.4**. При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата. **УК-1.5**. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения	**Знает:** методы, способы и особенности осуществления системного поиска информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов **Умеет:** анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие; определять, интерпретировать и ранжировать информацию, требуемую для решения поставленной задачи; отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок, аргументировать свои выводы; рассматривать и предлагать возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки

	поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки	
ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	**ОПК-3.1**. Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности **ОПК-3.2**. Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности	**Знает:** о различных теоретических и полуэмпирических моделях химических систем и методах их исследования **Умеет:** использовать стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности; применять освоенные методы для изучения свойств теоретических и полуэмпирических моделей при решении задач химической направленности
ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	**ОПК-4.1**. Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности **ОПК-4.2**. Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик **ОПК-4.3**. Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений	**Знает:** основные понятия, модели, законы и формулы изучаемых разделов математики, их физический смысл и возможности применения при решении задач химической направленности **Умеет:** использовать базовые знания в области математики при планировании работ химической направленности; грамотно интерпретировать результаты химических наблюдений

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	**Всего часов** (академические часы)	**Часов в семестре** (академические часы)
		2
Общий объем зач. ед.	**4**	**4**
час.	**144**	**144**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	**102**	**102**
Лекции	34	34
Практические занятия	68	68
Лабораторные/практические занятия по подгруппам	0	0
Часы внеаудиторной работы, включая	**42**	**42**

самостоятельную работу обучающегося		
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф.зачет, экзамен)		Экзамен

3. Система оценивания

3.1. Оценивание достижений обучающихся в течение семестра осуществляется на основе балльно-рейтинговой системы. Баллы начисляются студентам за следующие активности:

1) посещение лекций;

2) самостоятельная работа на практическом занятии (не включая контрольные работы)

3) выполнение контрольных работ.

Всего за семестр студент может набрать от 0 до 100 баллов.

Студенты, набравшие за семестр от 61 до 75 баллов, автоматически получают оценку "удовлетворительно". Студенты, набравшие за семестр от 76 до 90 баллов, автоматически получают оценку "хорошо". Студенты, набравшие за семестр от 91 до 100 баллов, автоматически получают оценку "отлично".

Студенты, не набравшие 61 балл, сдают экзамен, отвечая на два теоретических вопроса и решая задачу по одной из пройденных тем. Студенты, желающие получить оценку выше, чем полученная по набранным баллам, также сдают экзамен, отвечая на два теоретических вопроса и решая задачу по одной из пройденных тем.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	**Наименование тем и/или разделов**	**Объем дисциплины (модуля), час.**				
		Всего	**Виды аудиторной работы** (академические часы)			**Иные виды контактной работы**
			Лекции	**Практические занятия**	**Лабораторные/ практические занятия по подгруппам**	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Предел и непрерывность функции одной переменной	24	6	12	0	0
2.	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	20	4	8	0	0
3.	Интегральное исчисление функции одной переменной	48	12	24	0	0
4.	Дифференциальное исчисление функций	20	4	8	0	0

	нескольких переменных					
5.	Интегральное исчисление функций нескольких переменных	32	8	16	0	0
	Итого (часов)	144	34	68	0	42

** – учитывает контактную работу на консультации и зачете.*

4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

Тема 1. Предел и непрерывность функции одной переменной.

Функции одной и нескольких переменных. Способы задания функций. Область определения. График функции. Основные свойства и характеристики функций. Сложная функция. Обратная функция. Предел последовательности. Предел функции. Свойства пределов. Бесконечно малые и бесконечно большие функции и их свойства. Виды неопределенностей. Некоторые способы раскрытия неопределенностей. Односторонние пределы. Непрерывность.

Тема 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной.

Производная. Дифференциал. Физический и геометрический смысл производной. Правила дифференцирования. Касательная и нормаль. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Экстремумы функции одной переменной. Полное исследование функции одной переменной.

Тема 3. Интегральное исчисление функции одной переменной.

Первообразная и неопределенный интеграл. Основные свойства неопределенного интеграла. Основные методы интегрирования. Интегрирование дробно-рациональных функций. Простые дроби. Разложение правильных дробей на простые. Метод неопределенных коэффициентов. Интегрирование некоторых иррациональных и тригонометрических функций. Интегрирование биномиальных дифференциалов. Подстановки Чебышева. Подстановки Эйлера. Универсальная тригонометрическая подстановка. Определенный интеграл и его свойства. Формула Ньютона - Лейбница. Замена переменной в определенном интеграле. Физические и геометрические приложения определенного интеграла. Формулы площадей плоских фигур. Формулы длин дуг плоских кривых. Формулы объемов тел вращения. Формулы площадей поверхностей вращения. Формула работы переменной силы. Несобственные интегралы с бесконечными пределами интегрирования. Несобственные интегралы от неограниченных функций.

Тема 4. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.

Частные производные. Дифференциал. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Производная по направлению. Экстремумы функции двух переменных. Наибольшее и наименьшее значения функции. Формула Тейлора.

Тема 5. Интегральное исчисление функций нескольких переменных.

Двойной интеграл и его свойства. Сведение двойного интеграла к повторному: случай прямоугольной области, случай криволинейной области. Замена переменных в двойном интеграле. Якобиан перехода. Полярные координаты. Физические и геометрические приложения двойного интеграла. Вычисление объема. Вычисление площади. Вычисление площади поверхности. Вычисление координат центра масс и момента инерции однородной пластинки. Тройные интегралы. Замена переменных в тройном интеграле. Цилиндрические и сферические координаты. Физические и геометрические приложения тройного интеграла. Вычисление объема тела. Вычисление координат центра масс и момента инерции однородного тела.

Планы практических занятий

Тема 1. Предел и непрерывность функции одной переменной.

1) Функции одной и нескольких переменных. Способы задания функций. Область определения. График функции. Основные свойства и характеристики функций. Сложная функция. Обратная функция.
2) Вычисление пределов последовательностей. Способы задания последовательностей. Основные свойства и характеристики последовательностей. Предел последовательности как точка сгущения.
3) Вычисление пределов функций. Использование основных свойств пределов. Замечательные пределы.
4) Вычисление пределов функций. Замена на эквивалентные бесконечно малые функции под знаком предела
5) Односторонние пределы. Непрерывность.
6) Контрольная работа №1 по теме " Предел и непрерывность функции одной переменной".

Тема 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной.

1) Вычисление производных и дифференциалов. Касательная и нормаль.
2) Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора.
3) Экстремумы функции одной переменной. Полное исследование функции одной переменной.
4) Контрольная работа №2 по теме " Дифференциальное исчисление функций одной переменной"

Тема 3. Интегральное исчисление функции одной переменной.

1) Вычисление неопределенных интегралов. Непосредственное интегрирование. Использование основных свойств.
2) Основные методы интегрирования. Метод подстановки. Метод интегрирования по частям. Выделение целой части.
3) Интегрирование дробно-рациональных функций. Простые дроби. Разложение правильных дробей на простые. Метод неопределенных коэффициентов. Случай действительных корней знаменателя.
4) Интегрирование дробно-рациональных функций. Простые дроби. Разложение правильных дробей на простые. Метод неопределенных коэффициентов. Случай комплексных корней знаменателя.
5) Интегрирование некоторых иррациональных и тригонометрических функций. Интегрирование биномиальных дифференциалов. Подстановки Чебышева. Подстановки Эйлера. Универсальная тригонометрическая подстановка.
6) Контрольная работа №3 по теме "Неопределенный интеграл"
7) Вычисление определенных интегралов. Формула Ньютона - Лейбница.
8) Вычисление определенных интегралов. Замена переменной в определенном интеграле. Вычисление площади криволинейной трапеции.
9) Физические и геометрические приложения определенного интеграла. Формулы площадей плоских фигур. Формулы длин дуг плоских кривых.
10) Физические и геометрические приложения определенного интеграла. Формулы объемов тел вращения. Формулы площадей поверхностей вращения. Формула работы переменной силы.
11) Несобственные интегралы с бесконечными пределами интегрирования.
12) Несобственные интегралы от неограниченных функций.

Тема 4. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.

1) Вычисление частных производных
2) Вычисление частных производных высших порядков
3) Производная по направлению. Экстремумы функции двух переменных. Формула Тейлора

4) Контрольная работа №4 по темам "Определенный интеграл и его приложения", "Несобственные интегралы", "Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных".

Тема 5. Интегральное исчисление функций нескольких переменных.

1) Вычисление двойных интегралов. Сведение двойного интеграла к повторному: случай прямоугольной области.
2) Вычисление двойных интегралов. Сведение двойного интеграла к повторному: случай криволинейной области.
3) Замена переменных в двойном интеграле. Якобиан перехода. Полярные координаты.
4) Физические и геометрические приложения двойного интеграла. Вычисление объема. Вычисление площади. Вычисление площади поверхности. Вычисление координат центра масс и момента инерции однородной пластинки.
5) Вычисление тройных интегралов. Замена переменных в тройном интеграле.
6) Вычисление тройных интегралов. Цилиндрические и сферические координаты. Физические и геометрические приложения тройного интеграла. Вычисление объема тела. Вычисление координат центра масс и момента инерции однородного тела.
7) Контрольная работа №5 по теме "Интегральное исчисление функций нескольких переменных".

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Предел и непрерывность функции одной переменной	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, решение задач
2.	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, решение задач
3.	Интегральное исчисление функции одной переменной	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, решение задач
4.	Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, решение задач
5.	Интегральное исчисление функций нескольких переменных	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, решение задач

Порядок выполнения каждого вида самостоятельной работы:

1. Изучение лекционного материала по теме.
2. Изучение рекомендованной основной и дополнительной литературы.
3. Разбор практических примеров, продемонстрированных на лекциях и решенных на практических занятиях

Контроль за самостоятельной работой осуществляется при выполнении обучающимся контрольных работ и самостоятельном решении задач на практиках.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

6.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Студенты, набравшие за семестр от 61 до 75 баллов, автоматически получают оценку "удовлетворительно". Студенты, набравшие за семестр от 76 до 90 баллов, автоматически получают оценку "хорошо". Студенты, набравшие за семестр от 91 до 100 баллов, автоматически получают оценку "отлично".

Студенты, не набравшие 61 балл, сдают экзамен, отвечая на два теоретических вопроса и решая задачу по одной из пройденных тем. Студенты, желающие получить оценку выше, чем полученная по набранным баллам, также сдают экзамен, отвечая на два теоретических вопроса и решая задачу по одной из пройденных тем.

Примеры экзаменационных задач:

1. Найдите предел функции $\lim\limits_{x\to+\infty}\dfrac{\ln\left(1+\sqrt{x}+\sqrt[3]{x}\right)}{\ln\left(1+\sqrt[3]{x}+\sqrt[4]{x}\right)}$
2. Найдите предел функции $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{x^2-2x+1}{x^2-4x+2}\right)^{2x}$
3. Найдите предел последовательности $\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{\left(\sqrt{n^3+n^2+3}-\sqrt{n^3-2n^2+4}\right)}{\sqrt{n^3-5}}$
4. Найдите предел последовательности $\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{(-4)^n+6^n}{(-4)^{n+2}+6^{n+2}}$
5. Найдите предел функции $\lim\limits_{x\to3}\dfrac{\sqrt{x+13}-2\sqrt{x+1}}{x^2-9}$
6. Составьте уравнения касательной и нормали к кривой $y=(x+1)\cdot\sqrt[3]{3-x}$ в точке $A(2;3)$.
7. Найдите производную функции $y=\dfrac{\sin x-x\cdot\cos x}{\cos x+x\cdot\sin x}$.
8. Исследуйте на экстремумы функцию $y=x^2-x^4$.
9. Найдите производную функции $y=\sin^2\left(\ln(x+1)\right)+5x$
10. Вычислите интеграл $\int\dfrac{x}{2x^2-3x-2}dx$
11. Вычислите интеграл $\int x^2e^{-3x}dx$
12. Вычислите интеграл $\int\dfrac{dx}{1+3\cos x}$.
13. Вычислите несобственный интеграл $\int\limits_0^{1/e}\dfrac{dx}{x\ln^2x}$.
14. Вычислите несобственный интеграл $\int\limits_2^{+\infty}\dfrac{dx}{\sqrt{x^2-1}}$
15. Найти частные производные второго порядка функции $z=x\sin(x+y)$.

16. Найти экстремумы функции $z = x^3 + 8y^3 - 6xy + 1$.
17. Вычислить площадь плоской фигуры, ограниченной линиями $y^2 = 2x + 1,\ x - y = 1$, предварительно сделав рисунок.
18. Вычислить двойной интеграл по прямоугольной области D: $\iint\limits_D (y - 3x)dxdy$, $D: 1 \le x \le 3,\ -1 \le y \le 2$.
19. Вычислить площадь фигуры, ограниченной заданными линиями, перейдя к полярным координатам $x^2 + y^2 = 4,\ x^2 + y^2 = 1,\ y = 0, y = x.$
20. Вычислить с помощью двойного интеграла площадь, ограниченную линиями $y = x^2 + x + 1,\ y = 4 - x^2$.
21. Вычислить координаты центра масс однородного тела, заданного следующим образом: $x^2 + y^2 \le z \le H,\ x \ge 0,\ y \ge 0$.

Примерный список экзаменационных вопросов:

1. Функции одной и нескольких переменных. Способы задания функций. Область определения. График функции.
2. Основные свойства и характеристики функций. Сложная функция. Обратная функция.
3. Основные элементарные функции и их графики. Простейшие преобразования графика функции.
4. Числовые последовательности. Способы задания последовательностей. Основные свойства и характеристики последовательностей.
5. Предел последовательности. Замечательные пределы. Число е.
6. Предел функции. Свойства пределов.
7. Бесконечно малые и бесконечно большие функции и их свойства.
8. Виды неопределенностей. Некоторые способы раскрытия неопределенностей.
9. Односторонние пределы.
10. Непрерывность функции одной переменной
11. Производная. Дифференциал.
12. Физический и геометрический смысл производной. Касательная и нормаль.
13. Производные и дифференциалы высших порядков.
14. Формула Тейлора
15. Экстремумы функции одной переменной.
16. Точки перегиба функции одной переменной
17. Первообразная и неопределенный интеграл. Основные свойства неопределенного интеграла.
18. Основные методы интегрирования: метод подстановки, метод интегрирования по частям, выделение целой части
19. Интегрирование рациональных дробей. Простые дроби. Разложение правильных дробей на простые. Метод неопределенных коэффициентов.
20. Интегрирование биномиальных дифференциалов. Подстановки Чебышева.
21. Универсальная тригонометрическая подстановка.
22. Определенный интеграл. Основные свойства. Формула Ньютона - Лейбница.
23. Замена переменной в определенном интеграле.
24. Физические и геометрические приложения определенного интеграла. Формулы площадей плоских фигур. Формулы длин дуг плоских кривых. Формулы объемов тел

вращения. Формулы площадей поверхностей вращения. Формула работы переменной силы.

25. Несобственные интегралы с бесконечными пределами интегрирования.
26. Несобственные интегралы от неограниченных функций.
27. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных. Частные производные.
28. Дифференциал. Производная по направлению.
29. Частные производные и дифференциалы высших порядков.
30. Экстремумы функции двух переменных.
31. Формула Тейлора функции двух переменных.
32. Двойной интеграл и его свойства. Сведение двойного интеграла к повторному: случай прямоугольной области, случай криволинейной области.
33. Замена переменных в двойном интеграле. Якобиан перехода. Полярные координаты.
34. Физические и геометрические приложения двойного интеграла. Вычисление объема. Вычисление площади. Вычисление площади поверхности. Вычисление координат центра масс и момента инерции однородной пластинки.
35. Тройные интегралы и их свойства. Сведение тройного интеграла к повторному.
36. Замена переменных в тройном интеграле. Цилиндрические координаты.
37. Замена переменных в тройном интеграле. Сферические координаты.
38. Физические и геометрические приложения тройного интеграла. Вычисление объема тела. Вычисление координат центра масс и момента инерции однородного тела.

6.2. Критерии оценивания компетенций

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	**УК-1**. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**Знает:** методы, способы и особенности осуществления системного поиска информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов **Умеет:** анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие; определять,	Задачи, предложенные студенту для самостоятельного решения. Контрольные работы	**1.** Правильное понимание постановки задачи **2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов
			Устный опрос по темам 2 экзаменационных вопросов.	**1.** Правильность и полнота изложения информации **2.** Умение привести примеры, иллюстрирующие теоретические

		интерпретировать и ранжировать информацию, требуемую для решения поставленной задачи; аргументировать свои выводы; рассматривать и предлагать возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки		положения.
			Экзаменационная задача, предложенная студенту для самостоятельного решения.	**1.** Правильное понимание постановки задачи **2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов **5.** Способность студента ответить на дополнительные вопросы
2.	**ОПК-3**. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	**Знает:** о различных теоретических и полуэмпирических моделях химических систем и методах их исследования **Умеет:** использовать стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности; применять освоенные методы для изучения свойств	Задачи, предложенные студенту для самостоятельного решения. Контрольные работы	**1.** Правильное понимание постановки задачи **2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов
			Устный опрос по темам 2 экзаменационных вопросов.	**1.** Правильность и полнота изложения информации **2.** Умение привести примеры, иллюстрирующие теоретические положения.

		теоретических и полуэмпирических моделей при решении задач химической направленности	Экзаменационная задача, предложенная студенту для самостоятельного решения.	**1.** Правильное понимание постановки задачи **2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов **5.** Способность студента ответить на дополнительные вопросы
3.	**ОПК-4**. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	**Знает:** основные понятия, модели, законы и формулы изучаемых разделов математики, их физический смысл и возможности применения при решении задач химической направленности **Умеет**: использовать базовые знания в области математики при планировании работ химической направленности; грамотно интерпретировать результаты химических наблюдений	Задачи, предложенные студенту для самостоятельного решения. Контрольные работы	**1.** Правильное понимание постановки задачи **2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов
			Устный опрос по темам 2 экзаменационных вопросов.	**1.** Правильность и полнота изложения информации **2.** Умение привести примеры, иллюстрирующие теоретические положения.
			Экзаменационная задача, предложенная студенту для самостоятельного решения.	**1.** Правильное понимание постановки задачи **2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов **5.** Способность студента ответить на дополнительные вопросы

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Шипачев, В. С. Высшая математика : учебник / В.С. Шипачев. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 479 с. — (Высшее образование). — www.dx.doi.org/10.12737/5394. - ISBN 978-5-16-010072-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/990716 (дата обращения: 07.05.2020).

7.2 Дополнительная литература:

1. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления : учебник : в 3 т. Том 1 / Г. М. Фихтенгольц ; под. ред. А. А. Флоринского. - 10-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2018. - 680 с. - ISBN 978-5-9221-1802. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1223543 (дата обращения: 07.05.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления : учебник : в 3 т. Том 2 / Г. М. Фихтенгольц ; под. ред. А. А. Флоринского. - 10-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2018. - 864 с. - ISBN 978-5-9221-1803. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1223545 (дата обращения: 07.05.2020). – Режим доступа: по подписке.
3. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления : учебник : в 3 т. Том 3 / Г. М. Фихтенгольц ; под. ред. А.А. Флоринского. - 10-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2018. - 728 с. - ISBN 978-5-9221-1804. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1223547 (дата обращения: 07.05.2020). – Режим доступа: по подписке.
4. Ячменев, Л. Т. Высшая математика : учебник / Л. Т. Ячменёв. - Москва : РИОР : Инфра-М, 2020. - 752 с. - (Высшее образование; Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01032-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1056564 (дата обращения: 07.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

7.3 Интернет-ресурсы:

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам http://window.edu.ru/.
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов http://fcior.edu.ru/.

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. ProQuest Dissertations &Theses Global / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: https://search.proquest.com/index.
2. Национальная электронная библиотека. URL: https://rusneb.ru.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:
- платформа для электронного обучения Microsoft Teams.
- программное обеспечение MS Office (MS Word, MS PowerPoint).
2. Свободно-распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:
- программное обеспечение LibreOffice.

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий с мультимедийным оборудованием для демонстрации лекций и доской для проведения практических занятий.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной
работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова
01 июня 2020 г.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Ларина Н.С., Ермакова Н.А. Аналитическая химия. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: Фундаментальная и прикладная химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Аналитическая химия [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Ларина Н.С., Ермакова Н.А., 2020.

1. Пояснительная записка

Аналитическая химия является междисциплинарной областью знаний. Она использует теоретические основы и знания неорганической, органической, физической химии, физики, информатики, материаловедения, измерительной техники. Аналитическая химия в значительной степени определяет общий прогресс в науке, технике, медицине. Методы химического анализа применяются в клинических испытаниях, для контроля качества питьевых, природных, сточных вод, для определения следов пестицидов или тяжелых металлов в почвах, в них нуждаются археологи и музейные работники.

Цель дисциплины **-** изучение современных теоретических представлений и экспериментальных методов исследования в области аналитической химии, необходимых для эффективного освоения образовательной программы высшего образования.

Задачи дисциплины:

1) формирование у обучающихся системных знаний о теоретических основах и практическом применении методов анализа органических и неорганических веществ в различных объектах, демонстрация многообразия современных методов анализа с выявлением преимуществ и ограничений групп методов;

2) обучение основным принципам пробоотбора и подготовки пробы к анализу;

3) осуществление выбора подходящего метода анализа для решения конкретной аналитической задачи путем сравнения методов по аналитическим возможностям и метрологическим характеристикам;

4) практическое освоение методов и методик химического анализа, технических средств, приемов работы с анализируемыми образцами природного и техногенного происхождения;

5) применение методов математической статистики для обработки результатов измерений, интерпретация полученных данных.

1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) входит в блок Б1 Дисциплины (модули) обязательной части Дисциплина изучается в течение третьего и четвертого семестров.

В логическом и содержательно-методическом планах дисциплина последовательно развивает вводный курс «Общая химия», базируется на знаниях, полученных при изучении неорганической химии. При изучении аналитической химии используются умения и навыки, приобретенные при изучении курса «Физика» и математических дисциплин. Данные курсы должны сформировать у студента представление об основных законах химии и физики, знание химических и физических свойств веществ, умение проводить расчеты с использованием логарифмических и степенных функций. В свою очередь, курс «Аналитическая химия» служит методологической основой и информационно и логически связан с общими курсами «Органическая химия», «Физическая химия», «Физико-химия дисперсных систем», «Физические методы исследования», дисциплинами по выбору «Экологическая геохимия», «Химический анализ объектов окружающей среды», «Практикум по хроматографии». Материал, рассматриваемый в данном курсе, является фундаментом при изучении дисциплин специализации, выполнении учебных курсовых и выпускной квалификационной работы, а также при выборе методов решения конкретных задач в элективных курсах.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины *(модуля)*

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения (знаниевые/функциональные)
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из	Знает основы организации деятельности, управления проектами, работы в команде, реализации задач проекта в зоне личной и командной ответственности с учетом имеющихся ресурсов и правовых норм.
	Умеет определять цели, задачи и способы их решения в

действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.	учебной и научно-исследовательской деятельности, оценивать возможные способы реализации проекта, его результаты и эффективность.
УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).	Знает способы устной и письменной коммуникации в профессиональной сфере, химическую терминологию, способы представления учебной и научной информации.
	Умеет оформлять в письменном виде и представлять учебные работы, результаты исследований, публично защищать результаты работы, выступать с докладами на научных конференциях, участвовать в дискуссиях, вести деловую переписку на русском и иностранном языках.
УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.	Знает основы самоорганизации и саморазвития человека, способы управления саморазвитием и реализации траектории личностного развития.
	Умеет определять приоритеты личностного развития и профессионального роста, планировать свою деятельность по решению конкретных задач и достижению поставленных целей, эффективно использовать временные ресурсы.
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.	Знает сущность химических и физических явлений, лежащих в основе методов химического анализа, аналитические возможности методов, особенности стадий аналитического цикла.
	Умеет проводить измерения, статистическую обработку, оценку достоверности результатов, представлять данные в виде отчета, формулировать объяснения, выводы, заключения.
ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.	Знает сущность и области применения, достоинства и ограничения методов химического анализа, исследования структуры и свойств веществ, специфические свойства веществ, правила техники безопасности и организации работы в лаборатории.
	Умеет планировать химический эксперимент, выполнять операции синтеза, анализа, изучения структуры и свойств веществ по стандартным и оригинальным методикам.
ОПК-6. Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.	Знает принципы систематизации и представления научной информации с учетом специфики аналитической химии и поставленной задачи.
	Умеет проводить критический анализ литературных данных, статистическую обработку результатов работы, интерпретацию данных, выбирать формат и способ представления результатов работы.
ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.	Знает теоретические основы, механизмы химических процессов, области применения, возможности и ограничения методов исследования химических объектов, принципы работы и назначение технических средств.
	Умеет проводить химический анализ по стандартным методикам с использованием серийного научного оборудования, проводить обработку результатов испытаний с использованием различных методов и технических средств.

ПК-3. Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации.	Знает химические основы технологических процессов, возможности и ограничения методов анализа и исследования химических объектов, принципы устройства, работы и назначение технических средств.
	Умеет проводить испытания с использованием серийных технических средств по стандартным методикам для решения технологических задач, проводить сравнение показателей качества результатов испытаний.
ПК-4. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции.	Знает основы технологических процессов, области применения методов химического анализа, методы отбора проб и пробоподготовки, особенности анализа реальных объектов различной природы.
	Умеет проводить отбор проб и пробоподготовку реальных объектов, выполнять анализ продукции химического назначения по стандартным методикам на серийном оборудовании, метрологическую обработку результатов анализа, делать заключение о соответствии образцов нормативным требованиям.

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	**Всего часов** (академические часы)	**Часов в семестре** (академические часы)	**Часов в семестре** (академические часы)
		3	4
Общий объем зач. ед.	**13**	**7**	6
час	**468**	**252**	**216**
Из них:			
Часы аудиторной работы (всего):	**372**	**186**	**186**
Лекции	136	68	68
Практические занятия	0	0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	236	118	118
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**99**	**66**	**30**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		экзамен	экзамен

3. Система оценивания

3.1. Для организации текущего контроля успеваемости обучающихся в семестре используется 100-балльная рейтинговая система оценки успеваемости. Баллы начисляются студентам за следующие активности: 1) посещение занятия – 0-1 балл, 2) работа на учебном занятии – 0-6 баллов.

Текущий контроль успеваемости включает комплекс оценочных мероприятий, направленных на объективную оценку процесса освоения обучающимися основ аналитической химии во время контактной работы с преподавателем и самостоятельной работы студентов.

Оценка усвоения знаний по аналитической химии проводится в семестре посредством устного опроса и собеседования, письменного опроса, коллоквиума.

Показателями освоения умений и практических навыков являются репродуктивная лабораторная работа, контрольная работа, индивидуальные расчетные задания.

Способность студента применять знания, умения и навыки для достижения поставленной цели можно оценить по результатам выполнения учебно-исследовательских лабораторных работ, защиты лабораторных работ, защиты расчетных задач и индивидуальных заданий, подготовки докладов и электронных презентаций по проведенным исследованиям.

Все используемые в дисциплине оценочные средства имеют количественное выражение в виде определенной доли от оценки работы обучающегося на учебной встрече (от 0,5 до 6 баллов). Разбалловка сделана для каждого учебного занятия, зависит от уровня сложности и трудоемкости выполнения задания, представлена в информационной системе и открыта для обучающихся.

В качестве домашнего задания для самостоятельной подготовки к занятиям студенты получают вопросы для обсуждения и самоподготовки, контрольные вопросы, задачи для решения, которые помогают им ориентироваться в учебном материале, и, используя учебную и методическую литературу, а также материал лекций, выполнять лабораторные и индивидуальные задания, готовиться к контрольным работам и коллоквиумам.

Каждый студент получает свой набор индивидуальных заданий, включающий теоретические расчеты и построения (распределительная и концентрационно-логарифмическая диаграммы протолитов, кривая титрования кислоты или основания; распределительная диаграмма, кривая образования комплексных соединений, кривая титрования, расчет минимального значения pH и влияния мешающего иона при проведении комплексонометрического титрования; кривая титрования окислителя или восстановителя), а также практические задания (решение задач на расчет химических равновесий, расчет содержания определяемого вещества, статистическая обработка результатов анализа), которые он должен выполнить и защитить в процессе семестра.

Применяемые в дисциплине формы текущего контроля позволяют оценить фактические знания и практические навыки студента, качество выполнения всех видов работ, учебную дисциплину, мотивацию и активность студента в учебной деятельности.

Форма промежуточной аттестации – экзамен в третьем и четвертом семестрах. Экзаменационная оценка может быть выставлена по результатам текущего контроля, при этом обязательным условием для получения оценки является выполнение всех лабораторных работ. Для получения оценки "удовлетворительно" необходимо набрать в течение семестра не менее 61 балла, "хорошо" - 76 баллов и выше, "отлично" - 91 балл и выше.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Структура и тенденции развития аналитической химии. Основные понятия. Основные этапы химического анализа.	20	10	0	6	0
2.	Основные	96	22	0	56	2

	закономерности равновесий и протекания кислотно-основных реакций. Графическое изображение равновесий. Кислотно-основное титрование. Индикаторы, индикаторные ошибки.					
3.	Комплексные соединения в аналитической химии. Основные закономерности равновесий и протекания реакций комплексообразования. Комплексонометрическое титрование. Металл-индикаторы.	52	12	0	28	2
4.	Основные закономерности равновесий и протекания окислительно-восстановительных реакций. Окислительно-восстановительное титрование. Индикаторы ОВР.	50	10	0	28	2
5.	Гетерогенное равновесие. Гравиметрический анализ. Осадительное титрование.	20	8	0	0	0
6.	Области применения и перспективы развития аналитических методов. Применение различных методов в аналитической практике.	14	6	0	0	4
7	Консультации и экзамен	0	0	0	0	10
	Итого (часов) 3	**252**	**68**	**0**	**118**	**10***

	семестр					
1.	Основы инструментальных методов анализа.	14	4	0	6	0
2.	Основы химической метрологии и обработки результатов измерений.	12	8	0	0	0
3.	Электрохимические методы анализа.	10	4	0	2	0
4.	Потенциометрические методы анализа.	38	4	0	26	0
5.	Кондуктометрические методы анализа. Кулонометрические методы анализа.	30	4	0	22	0
6.	Вольтамперометрические методы анализа.	14	4	0	6	2
7.	Спектроскопические методы анализа.	8	4	0	0	0
8.	Атомно-эмиссионная спектроскопия.	8	4	0	0	0
9.	Атомно-абсорбционная спектроскопия.	14	4	0	6	0
10.	Молекулярная спектроскопия.	48	12	0	30	2
11.	Рентгеновская и электронная спектроскопия.	8	4	0	0	0
12.	Хроматографические методы анализа.	8	4	0	0	0
13.	Анализ конкретных объектов.	30	4	0	20	2
14.	Тенденции развития химического анализа.	10	4	0	0	4
15	Консультации и экзамен	0	0	0	0	10
	Итого (часов) 4 семестр	**252**	**68**	**0**	**118**	**10**
	Всего (часов)	**504**	**136**	**0**	**236**	**20***

** – учитывает контактную работу на консультации и экзамене*

4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

Часть 1 (3 семестр)

1. Структура и тенденции развития аналитической химии. Основные понятия. Основные этапы химического анализа.

Историческая справка. Структура современной аналитической химии. Классификация методов анализа. Цели и задачи аналитической химии. Объекты анализа. Виды анализа. Тенденции развития аналитической химии. Компьютерная аналитическая химия. Критерии

выбора метода анализа. Процесс анализа. Аналитический цикл. Общая схема полного аналитического процесса.

Аналитический сигнал и помехи. Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа. Классификация погрешностей анализа.

Техника безопасности. Мерная посуда. Расчеты при приготовлении растворов. Расчет объема концентрированной соляной кислоты для приготовления 1 литра 0,1 н раствора кислоты.

2. Основные закономерности равновесий и протекания кислотно-основных реакций. Графическое изображение равновесий. Кислотно-основное титрование. Индикаторы, индикаторные ошибки.

Химическое равновесие в реальных системах. Общая и равновесная концентрация. Способы выражения констант равновесия. Термодинамическая, концентрационная и условная константа равновесия. Кислотно-основное равновесие. Кислотно-основные реакции. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота — сопряженное основание — растворитель. Константа кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислот и оснований. Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная ёмкость. Вычисление pH растворов кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований. Графическое описание равновесий. Диаграммы распределения, концентрационно-логарифмические диаграммы.

Кислотно-основное титрование. Вид кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования. Индикаторы. Погрешности в кислотно-основном титровании.

Стандартизация раствора соляной кислоты по буре методом пипетирования. Ацидометрическое определение содержания щелочи в техническом образце. Ацидометрическое определение смесей веществ: смесь гидроксида натрия и карбоната натрия, смесь карбоната натрия и гидрокарбоната натрия. Приготовление раствора щелочи и его стандартизация по янтарной кислоте методом отдельных навесок Определение содержания азотной кислоты в контрольной пробе методом обратного титрования. Определение содержания смесей кислот. Определение содержания соляной и борной кислот при совместном присутствии. Определение содержания смеси фосфорных кислот.

Решение практических задач, защита отчетов и индивидуальных заданий. Контрольная работа по расчетам в кислотно-основном титровании. Контрольная работа по протолитам (протолитические реакции, сопряженные пары, расчет pH в растворах протолитов). Контрольная работа по гидролизу. Защита индивидуальных заданий: распределительная диаграмма, концентрационно-логарифмическая диаграмма, кривая титрования. Коллоквиум № 1 «Кислотно-основное титрование».

3. Комплексные соединения в аналитической химии. Основные закономерности равновесий и протекания реакций комплексообразования. Комплексонометрическое титрование. Металл-индикаторы.

Типы и свойства комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений. Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений, константы устойчивости (ступенчатые и общие), функция образования (среднее лигандное число), функция закомплексованности, степень образования комплекса. Хелаты. Внутрикомплексные соединения. Факторы, определяющие устойчивость хелатов. Использование комплексных соединений в различных методах анализа.

Комплексонометрическое титрование. Характеристика комплексонов как лигандов. Особенности кривых комплексонометрического титрования. Металлиндикаторы, механизм их действия. Области применения комплексонов в анализе.

Комплексонометрия. Стандартизация раствора трилона Б по металлическому цинку методом пипетирования. Определение смесей веществ: определение кальция и магния при совместном присутствии, определение содержания кобальта и висмута при совместном присутствии. Определение жесткости питьевой и природной воды.

Решение практических задач, защита отчетов и индивидуальных заданий. Решение задач по расчетам в комплексонометрическом титровании, по равновесиям в растворах комплексных соединений. Защита индивидуальных заданий: распределительная диаграмма, кривая образования, кривая титрования, расчет минимального значения pH, расчет влияния мешающего иона. Коллоквиум № 2 «Комплексонометрия».

4. Основные закономерности равновесий и протекания окислительно-восстановительных реакций. Окислительно-восстановительное титрование. Индикаторы ОВР.

Окислительно-восстановительные реакции. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциал. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление окислительно-восстановительных реакций.

Окислительно-восстановительное титрование. Краткий обзор методов. Вид кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования. Индикаторы редоксметрии. Погрешности в редоксметрических методах титрования.

Перманганатометрия. Стандартизация раствора перманганата калия по оксалату натрия методом отдельных навесок. Определение содержания уксусной и щавелевой кислот при совместном присутствии. Определение перманганатной окисляемости воды. Иодометрия. Стандартизация раствора тиосульфата натрия по бихромату калия методом пипетирования. Определение содержания меди в контрольной пробе.

Решение практических задач, защита отчетов и индивидуальных заданий. Решение задач по расчетам в окислительно-восстановительном титровании, по равновесиям в окислительно-восстановительных системах. Защита индивидуальных заданий: кривая титрования. Коллоквиум № 3 «Окислительно- восстановительные реакции».

5. Гетерогенное равновесие. Гравиметрический анализ. Осадительное титрование.

Равновесие в системе осадок — раствор. Произведение растворимости. Растворимость. Факторы, влияющие на растворимость. Гравиметрический анализ. Сущность гравиметрического анализа и границы его применимости. Прямые и косвенные методы определения. Осадки и их свойства. Условия получения кристаллических и аморфных осадков. Загрязнения осадков. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Требования к ним. Погрешности в гравиметрическом анализе. Разделение методом осаждения. Осаждение при контролируемом pH. Разделение с использованием комплексообразования, органических реагентов, осаждение с коллектором. Осадительное титрование.

6. Области применения и перспективы развития аналитических методов. Применение различных методов в аналитической практике.

Представительность пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ. Основные способы перевода проб в форму, необходимую для данного вида анализа. Особенности разложения органических соединений. Способы устранения загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

Основные методы разделения и концентрирования. Экстракция. Разделение и концентрирование элементов методом экстракции. Хроматография. Применение хроматографических методов для разделения и определения неорганических и органических соединений. Осаждение и соосаждение. Применение неорганических и органических соединений для осаждения. Электрохимические методы разделения и концентрирования. Дистилляция, возгонка.

Основные метрологические понятия и представления: измерение, методы и средства измерений, метрологические требования к результатам измерений, погрешности. Основные характеристики метода анализа. Статистическая обработка результатов измерений. Среднее, дисперсия. Стандартное отклонение. Способы оценки правильности, точности, воспроизводимости. Стандартные образцы.

Применимость методов титриметрического анализа для определения содержания компонентов анализируемого образца в различных природных и технических объектах.

Часть 2 (4 семестр)

1. Основы инструментальных методов анализа.

Химические, физико-химические, физические, биологические методы анализа. Общая характеристика и классификация методов. Сопоставление методов определения по метрологическим и аналитическим характеристикам. Принципы выбора метода анализа для решения конкретной аналитической задачи.

Техника работы в лаборатории физико-химических методов анализа. Правила техники безопасности в лаборатории физико-химических методов анализа. Организация рабочего места в лаборатории. Правила ведения лабораторного журнала. Техника работы на приборах, измерение физических величин. Выполнение анализа согласно методическим указаниям. Компьютерная обработка результатов измерений аналитического сигнала с использованием стандартных офисных программ. Расчет содержания определяемого вещества. Правила оформления отчета по лабораторной работе. Защита отчета по лабораторной работе.

2. Основы химической метрологии и обработки результатов измерений.

Основные метрологические понятия и характеристики. Процесс химического анализа (аналитический цикл). Измерение аналитического сигнала. Полезный аналитический сигнал, аналитический сигнал фона. Зависимость аналитического сигнала от количественного состава пробы. Расчет содержания определяемого вещества в абсолютных и относительных, прямых и косвенных методах анализа. Образцы сравнения. Методы градуировочного графика, стандартов, добавок.

Погрешности и неопределенности химического анализа. Генеральная и выборочная совокупности. Распределение Стьюдента. Систематические погрешности, признаки и типы погрешностей, источники их возникновения. Постоянные (аддитивные) и пропорциональные (мультипликативные) систематические погрешности. Способы выявления, устранения и учета систематических погрешностей. Распределение случайных величин. Основные характеристики выборочной совокупности. Доверительный интервал, доверительная вероятность. Математическое ожидание, дисперсия случайной величины.

Статистическая обработка результатов измерений. Оценка случайных погрешностей химического анализа. Методы исключения промахов. Расчет среднего, дисперсии, стандартного отклонения, доверительного интервала. Способы оценки правильности, прецизионности, точности. Сравнение двух дисперсий. Сравнение двух средних результатов. Сравнение среднего результата с известным. Алгоритмы расчета. Расчет параметров линейной градуировочной зависимости и их доверительных интервалов. Представление результатов химического анализа.

Вопросы для обсуждения:

Что такое "аналитический цикл" и из каких стадий он состоит? На каком этапе возникает больше всего погрешностей и почему? Можно ли доверять результатам аналитических лабораторий? Что означают термины "метрология", "метрологические характеристики", "метод анализа", "методика анализа", "погрешность", "неопределенность", "случайная погрешность", "систематическая погрешность", "прецизионность"? Как правильно обработать результаты измерений и что такое "правильность"? Что означают термины "метрологические характеристики", "погрешность", "неопределенность", "случайная погрешность", "систематическая погрешность", "прецизионность", "воспроизводимость", "сходимость"? Как правильно обработать результаты измерений и что такое "правильность"?

Расчетные задания на статистическую обработку результатов химического анализа.

3. Электрохимические методы анализа.

Электрохимические методы анализа. Общая характеристика, классификация методов. Основы электрохимических процессов. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока. Электрохимические ячейки. Области применения, метрологические характеристики и аналитические возможности электрохимических методов.

Электрохимические методы в химическом анализе. Измерение аналитического сигнала в электрохимических методах анализа. Расчет содержания определяемого вещества. Защита лабораторных работ по электрохимическим методам анализа.

4. Потенциометрические методы анализа.

Сущность и классификация потенциометрических методов. Зависимость равновесного потенциала электрода от активности ионов. Приборы и оборудование, измерение потенциала. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Прямая потенциометрия. Ионометрия. Характеристики ионселективных электродов. Методы определения содержания вещества в прямой потенциометрии.

Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Выбор индикаторного электрода в реакциях: кислотно-основных, осаждения, окисления-восстановления, комплексообразования. Расчет содержания определяемого вещества. Области применения, достоинства и ограничения потенциометрических методов анализа.

Вопросы для обсуждения:

Что такое равновесный потенциал? Что является аналитическим сигналом в потенциометрических методах? Для каких окислительно-восстановительных систем применимо уравнение Нернста? Какой тип электрохимических ячеек используют при измерении равновесного потенциала? Какие индикаторные электроды используют в прямой потенциометрии? Какие электроды сравнения применяют в аналитической практике? В каких координатах регистрируют кривые потенциометрического титрования? Какими способами находят конечную точку титрования? Почему величина потенциала жидкостного соединения при потенциометрическом титровании мало существенна по сравнению с прямыми потенциометрическими измерениями? Каковы преимущества метода потенциометрического титрования по сравнению с традиционными титриметрическими методами?

Измерение аналитического сигнала в потенциометрическом методе анализа. Методы определения содержания определяемого вещества. Обработка результатов измерений.

Расчетные задания: вычисление содержания определяемого вещества по результатам потенциометрических определений.

Прямая потенциометрия. Определение концентрации ионов в растворе методом прямой потенциометрии с ионселективным электродом (определение концентрации фторид-ионов, нитрат-ионов, ионов водорода в растворе). Приготовление стандартных растворов определяемого иона. Построение градуировочного графика, определение крутизны электродной функции, коэффициента селективности ИСЭ. Измерение потенциала ИСЭ в контрольной пробе. Определение концентрации иона в контрольной пробе методом градуировочного графика и/или методом добавок. Сравнение полученного результата с действительным значением содержания, расчет относительной погрешности определения. Анализ конкретных объектов.

Потенциометрическое титрование. Определение хлористоводородной и борной кислот при совместном присутствии. Определение хлористоводородной и уксусной кислот при совместном присутствии. Анализ смеси фосфорной кислоты и дигидрофосфата натрия. Установка титра раствора гидроксида натрия. Титрование контрольного раствора смеси. Построение кривых титрования, расчет концентрации компонентов в контрольном растворе смеси. Сравнение найденных значений содержания кислот с действительными значениями, расчет относительной погрешности определения. Анализ конкретных объектов. Определение содержания кислот (аскорбиновой, лимонной, ацетилсалициловой, уксусной) методом потенциометрического титрования.

5. Кондуктометрические методы анализа. Кулонометрические методы анализа.

Общая характеристика, классификация кондуктометрических методов анализа. Зависимость электропроводности раствора от различных факторов. Измерение аналитического сигнала. Приборы и оборудование. Прямая кондуктометрия, особенности применения метода в аналитической практике. Кондуктометрическое титрование. Виды кривых титрования. Расчет

содержания вещества. Области применения, достоинства и ограничения кондуктометрических методов анализа.

Общая характеристика, классификация кулонометрических методов. Теоретические основы метода. Закон Фарадея. Приборы и оборудование, способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Необходимые условия при проведении кулонометрических определений. Расчет содержания вещества. Области применения, достоинства и ограничения кулонометрических методов анализа.

Вопросы для обсуждения:

В чем разница между проводниками первого и второго рода? Что такое удельное сопротивление, удельная электропроводность, эквивалентная электропроводность? Какие факторы влияют на электропроводность раствора? Как изменяется ионный состав раствора в процессе кондуктометрического титрования? Какова особенность электропроводности как аналитического сигнала? Примеры кривых кондуктометрического титрования для различных химических реакций.

В чем состоит уникальная особенность кулонометрии? Что такое выход по току? Как рассчитать выход по току? Как обеспечить 100 %-ный выход по току в кулонометрии? Дайте определение понятия "электрогенерированный титрант". Какие способы получения электрогенерированного титранта применяются? Какие способы определения конечной точки титрования используются в кулонометрии?

Измерение аналитического сигнала в кондуктометрических и кулонометрических методах анализа. Методы определения содержания определяемого вещества. Обработка результатов измерений.

Кондуктометрическое титрование. Определение концентрации серной кислоты и сульфата меди при совместном присутствии. Кондуктометрическое титрование смеси соляной и борной кислот. Кондуктометрическое титрование смеси соляной и уксусной кислот. Кондуктометрическое титрование смеси фосфорной кислоты и дигидрофосфата натрия. Установка титра раствора гидроксида натрия. Титрование контрольного раствора смеси. Построение кривых титрования, расчет концентрации компонентов в контрольном растворе смеси. Сравнение найденных значений содержания компонентов с действительными значениями, расчет относительной погрешности определения. Анализ конкретных объектов методом прямой и косвенной кондуктометрии.

Кулонометрическое титрование. Определение содержания меди методом иодометрического кулонометрического титрования. Определение содержания аскорбиновой кислоты методом иодометрического кулонометрического титрования в пищевых продуктах, в поливитаминных комплексах, в лекарственных препаратах, в растительных образцах. Обработка результатов измерений, расчет содержания аналита.

6. Вольтамперометрические методы анализа.

Общая характеристика и классификация вольтамперометрических методов. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Полярография. Уравнение Ильковича. Приборы и оборудование, измерение аналитического сигнала. Идентификация и определение неорганических и органических соединений. Методы определения содержания вещества. Современные разновидности вольтамперометрии: прямая и инверсионная, циклическая, переменнотоковая вольтамперометрия.

Амперометрическое титрование с одним и двумя индикаторными электродами, сущность метода. Связь кривой титрования с вольтамперограммой. Виды кривых титрования. Расчет содержания вещества. Области применения, достоинства и ограничения вольтамперометрических методов анализа.

Вопросы для обсуждения:

Какой премией и когда отмечена полярография как метод анализа? Каковы особенности ячейки для вольтамперометрических измерений по сравнению с ячейками, применяемыми в потенциометрии и кулонометрии? Зачем и какими способами перед регистрацией полярограммы удаляют растворенный кислород? На чем основан качественный вольтамперометрический анализ? Что является аналитическим сигналом в вольтамперометрии? Чем обусловлена высокая

воспроизводимость измерений с использованием ртутного капающего электрода? Чем обусловлена высокая чувствительность инверсионной вольтамперометрии? Приведите примеры определений методом амперометрического титрования.

Расчетные задания на вычисление результатов анализа электрохимических определений.

Методы определения содержания вещества в электрохимических методах (выполнение индивидуальных расчетных заданий).

Вольтамперометрия. Анализ конкретных объектов. Определение содержания тяжелых металлов в природных водах методом инверсионной вольтамперометрии. Приготовление стандартных растворов определяемых металлов. Выполнение измерений аналитического сигнала методом стандартных добавок. Обработка измерений, расчет содержания аналита.

7. Спектроскопические методы анализа.

Общая характеристика и классификация спектроскопических методов. Спектр электромагнитного излучения. Спектроскопические методы анализа в гамма-, рентгеновском, оптическом, микроволновом и радиочастотном диапазонах. Атомные и молекулярные спектры. Характеристики спектральных линий. Положение и интенсивность спектральных линий. Качественный и количественный анализ. Спектры испускания и спектры поглощения. Регистрация и расшифровка спектров. Спектральные приборы.

8. Атомно-эмиссионная спектроскопия.

Основы метода атомно-эмиссионной спектроскопии. Атомизация пробы. Типы источников атомизации и возбуждения: пламя, электрическая дуга, электрическая искра, индуктивно-связанная плазма.Спектральные помехи. Приборы и техника регистрации спектров. Качественный анализ, способы идентификации элементов. Количественный атомно-эмиссионный анализ. Зависимость интенсивности линий испускания от концентрации элементов и иных факторов. Уравнение Ломакина-Шайбе. Методы определения содержания вещества. Области применения атомно-эмиссионной спектроскопии, аналитические возможности и метрологические методов.

9. Атомно-абсорбционная спектроскопия.

Основы метода атомно-абсорбционной спектроскопии. Условия Уолша. Атомизация пробы, типы источников атомизации: пламя, электротермические атомизаторы. Источники излучения: источники линейчатых спектров (лампа с полым катодом, безэлектродные газоразрядные лампы), источники непрерывного спектра (ксеноновая лампа). Спектральные и физико-химические помехи. Приборы и техника регистрации спектров. Количественный атомно-абсорбционный анализ. Зависимость интенсивности линии поглощения от концентрации элемента и иных факторов. Закон атомного поглощения. Методы определения содержания вещества. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода.

Вопросы для обсуждения:

Сравнение методов атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии. Расчет содержания определяемого элемента по результатам атомно-эмиссионного анализа. Расчет содержания определяемого элемента по результатам атомно-абсорбционного анализа.

Расчет содержания определяемого вещества в спектроскопических методах анализа (индивидуальные расчетные задания).

Атомно-абсорбционная спектроскопия. Определение тяжелых металлов в природных водах методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Приготовление стандартных растворов. Построение градуировочного графика. Измерение аналитического сигнала в контрольном растворе. Расчет содержания определяемого металла, сравнение со значением предельно-допустимой концентрации.

10. Молекулярная спектроскопия.

Методы молекулярной оптической спектроскопии, виды анализа, области применения. Основы молекулярной абсорбционной спектроскопии в УФ-и видимой области. Электронные спектры поглощения молекул, типы электронных переходов. Особенности молекулярных спектров. Законы светопоглощения. Объединенный закон Бугера-Ламберта-Бера. Закон Фирордта. Молярный коэффициент поглощения, оптическая плотность. Отклонения от основного закона светопоглощения.

Количественный анализ в ближней УФ- и видимой областях. Спектрофотометрия. Выбор оптимальных условий определения. Фотометрические реакции, хромофоры. Прямое и косвенное фотометрическое определение. Абсолютная, дифференциальная, производная спектрофотометрия. Измерение аналитического сигнала. Методы определения содержания вещества.

Спектрофотометрический анализ смесей. Спектрофотометрическое титрование. Определение стехиометрического состава соединений и констант химических равновесий. Фотоэлектроколориметры, спектрофотометры. Метрологические характеристики и аналитические возможности молекулярной абсорбционной спектроскопии.

Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Колебательная спектроскопия. Спектроскопия рассеяния. Люминесцентная спектроскопия, классификация методов. Основные характеристики и закономерности молекулярной люминесценции. Интенсивность люминесценции. Аппаратура и техника люминесцентного анализа. Применение люминесцентной спектроскопии. Основы методов инфракрасной спектроскопии и спектроскопии комбинационного рассеяния. ИК-спектры и спектры КР, приборы и методика регистрации спектров. Аналитические возможности методов, идентификация и структурно-групповой анализ. Нефелометрия и турбидиметрия. Основы методов, приборы и техника анализа, особенности применения методов в аналитической практике.

Вопросы для обсуждения:

Какой интервал длин волн отвечает оптическому диапазону? Какие типы переходов в молекуле вызываются поглощением ультрафиолетового, видимого, инфракрасного излучения? Как связаны величины пропускания и оптической плотности? В каких единицах измеряются оптическая плотность, молярный коэффициент поглощения? Каков физический смысл молярного коэффициента поглощения? Какой способ выражения концентрации используется в формуле основного закона светопоглощения? Какие способы расчета содержания вещества применяются в абсолютной фотометрии и дифференциальной фотометрии?

Расчет содержания определяемого вещества по результатам спектрофотометрических определений (метод градуировочного графика, метод стандартов, метод стандартных добавок). Расчет содержания определяемого вещества с использованием результатов, полученных методом дифференциальной фотометрии (метод градуировочного графика, расчетный метод). Расчет содержания определяемого вещества по результатам спектрофотометрического титрования. Расчет содержания аналитов в двухкомпонентной смеси по результатам спектрофотометрического анализа. Расчет среднего молярного коэффициента поглощения вещества по результатам спектрофотометрического анализа. Расчет среднего удельного коэффициента поглощения вещества по результатам фотометрических определений. Расчет минимальной концентрации вещества, определяемой фотометрическими методами. Расчет оптимальной концентрации вещества, при которой систематическая погрешность определения спектрофотометрическим методом минимальна.

Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Определение концентрации вещества в растворе методом абсолютной фотометрии. Определение концентрации железа (III) с сульфосалициловой кислотой. Определение концентрации нитрит-ионов в растворе. Определение концентрации фенола в растворе с 4-аминоантипирином. Приготовление стандартных растворов определяемого вещества. Регистрация электронного спектра поглощения. Выбор оптимальной длины волны. Построение градуировочного графика. Измерение аналитического сигнала в контрольном растворе. Расчет концентрации аналита в контрольной пробе. Сравнение найденного значения с действительным, расчет относительной погрешности определения.

Анализ конкретных объектов. Определение концентрации железа, нитрит-ионов, фенола в природной воде методом абсолютной фотометрии. Обработка результатов измерений, расчет содержания определяемого вещества.

Определение металлов методом дифференциальной фотометрии. Определение никеля с диметилглиоксимом, меди с нитрозо-Р-солью в сплавах. Обработка результатов измерений, расчет содержания определяемого вещества.

Анализ смесей. Определение хрома и марганца при совместном присутствии. Приготовление стандартных растворов определяемых элементов. Регистрация спектров поглощения хрома и марганца. Выбор оптимальных длин волн. Построение градуировочных графиков. Анализ контрольной смеси. Расчет содержания компонентов, сравнение с действительными значениями.

11. **Рентгеновская и электронная спектроскопия.**

Основы рентгеновской спектроскопии. Рентгеновские спектры. Приборы и техника регистрации спектров. Рентгенофлуоресцентный анализ. Рентгеноспектральный микроанализ. Рентгеноабсорбционный анализ. Качественный и количественный анализ, аналитические возможности методов. Применение методов рентгеновской спектроскопии. Основы электронной спектроскопии. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, оже-электронная спектроскопия. Электронный спектр. Качественный и количественный анализ поверхности твердого тела, особенности анализа. Применение методов электронной спектроскопии в химическом анализе.

12. Хроматографические методы анализа.

Общая характеристика и классификация хроматографических методов анализа. Способы получения хроматограмм: элюентная (проявительная), вытеснительная, фронтальная хроматография. Процесс хроматографического разделения, хроматографические параметры. Теория хроматографического разделения, основные положения. Концепция теоретических тарелок, параметры эффективности колонки. Кинетическая теория, размывание хроматографических пиков. Уравнение Ван-Деемтера, вихревая диффузия, молекулярная диффузия, сопротивление массопереносу. Выбор оптимальных условий хроматографирования. Эффективность, селективность и разрешение.

Газотвердофазная хроматография, газожидкостная хроматография, подвижные и неподвижные фазы. Приборы и техника регистрации хроматограмм, газохроматогрфические детекторы. Жидкостная хроматография. Общие положения, подвижные и неподвижные фазы. Адсорбционная жидкостная, распределительная, ионообменная, плоскостная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Жидкостные хроматографы, детекторы. Области применения и аналитические возможности газовой и жидкостной хроматографии. Хромато-масс-спектрометрия.

Качественный и количественный хроматографический анализ. Расшифровка хроматограммы. Качественный анализ, параметры удерживания, способы идентификации соединений. Количественный анализ, зависимость площади и высоты пика от концентрации вещества. Методы определения содержания компонентов в различных хроматографических методах.

13. **Анализ конкретных объектов.**

Анализ конкретных объектов. Стадии аналитического цикла. Отбор и подготовка пробы к анализу. Погрешности при подготовке и отборе пробы. Представительность пробы. Генеральная, лабораторная, анализируемая пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Основные способы перевода проб в форму, необходимую для данного вида анализа. Особенности разложения органических соединений. Способы устранения загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

Особенности химического анализа реальных объектов. Выбор метода анализа. Анализ объектов окружающей среды: анализ природных и питьевых вод, анализ воздуха, анализ почв и донных отложений. Оценка качества вод и плодородия почвы. Анализ сточных вод. Анализ пищевых продуктов: определение пищевой ценности продуктов, оценка безопасности продуктов, обнаружение фальсификатов, определение антиоксидантов. Фармацевтический анализ: определение концентрации действующего вещества, степени чистоты препарата, оценка подлинности препарата, устойчивости лекарств при хранении. Анализ технических материалов. Интерпретация результатов химического анализа на основе нормативных документов.

Анализ реальных образцов. Анализ питьевых и природных вод. Химический анализ почв. Анализ пищевых продуктов. Анализ фармацевтических препаратов. Анализ технических

материалов. Внелабораторный анализ объектов окружающей среды. Выполнение аналитических определений, обработка результатов измерений, расчет содержания аналитов. Подготовка доклада и презентации, защита отчета по учебно-исследовательскому проекту.

Выполнение индивидуальных расчетных заданий. Измерение аналитического сигнала в электрохимических, спектроскопических, хроматографических методах анализа. Методы определения содержания определяемого вещества. Расчет содержания определяемого вещества. Статистическая обработка результатов измерений в химическом анализе. Выявление промахов, расчет среднего, стандартного отклонения, доверительного интервала, относительного стандартного отклонения.

14. Тенденции развития химического анализа.

Современное состояние и тенденции развития аналитической химии. Новый век химического анализа. Переход от покомпонентного анализа к распознаванию образа анализируемого объекта. Анализ без разрушения. Внелабораторный анализ. Автоматизация и компьютеризация химического анализа. Миниатюризация химического анализа. Гибридные методы анализа. Интегрированные системы анализа. Интеллектуальные сенсорные системы. Биоаналитика и биосенсоры. Обеспечение качества и контроль качества результатов анализа. Научные достижения аналитической химии.

Подготовка докладов и сообщений на заданные темы: 1. Интегрированные аналитические системы в химическом анализе. 2. Примеры применения интеллектуальных сенсорных систем в химическом анализе. 3. Самые значимые научные достижения аналитической химии в XX веке. 4. Тенденции развития химического анализа на рубеже веков и в XXI веке. 5. Новые физические методы в химическом анализе. 6. Нобелевские премии в области химии, физики, медицины и физиологии, присужденные за разработку методов химического анализа или за открытия, сделанные с использованием методов химического анализа.

Образцы средств для проведения текущего контроля

Лабораторная работа. При подготовке к лабораторному занятию студент должен ознакомиться с теоретическими основами метода анализа, усвоить методические указания к выполнению лабораторной работы, назначение используемого оборудования, правила работы на приборах согласно инструкции.

Допуск к лабораторной работе. К выполнению лабораторной работы студент допускается после допуска – устного опроса по теоретическим основам используемого метода анализа и практическим вопросам выполнения данной работы.

Выполнение лабораторной работы. В процессе репродуктивной лабораторной работы студент выполняет все описанные в методических указаниях стадии, процедуры, измерения. Все данные, получаемые студентом в ходе выполнения химического анализа, записываются им в лабораторном журнале.

Для проверки качества выполнения аналитических операций и достоверности полученных данных студенту выдается для анализа контрольная проба. Результаты определения содержания вещества в контрольной пробе проверяются преподавателем и инженером лаборатории. Работа считается выполненной, если расхождение между полученным студентом результатом и действительным значением не превышает установленное значение относительной погрешности (± 5 %), в противном случае выдается новая контрольная проба и определение повторяют до получения удовлетворительных результатов.

В процессе выполнения учебно-исследовательской лабораторной работы студент выбирает реальный образец для анализа, стандартную методику анализа, проводит отбор пробы и пробоподготовку, выполняет все необходимые аналитические процедуры и расчеты.

Подготовка и сдача отчета по лабораторной работе. В отчете по лабораторной работе указываются название лабораторной работы, цель работы, краткая сущность химических и физических процессов, лежащих в основе данного метода анализа, уравнения химических реакций, необходимое оборудование и реактивы, методика выполнения химического анализа, информация об объекте анализа, результаты измерений в виде таблиц и графиков, метод

определения содержания определяемого вещества, приводятся расчетные формулы с пояснениями, расчет результатов анализа, обработка полученных результатов с применением методов математической статистики, оценка точности выполнения анализа, интерпретация полученных результатов и выводы. Отчет оформляется в печатном виде с использованием офисного пакета программ.

Отчет по выполненной лабораторной работе должен быть сдан преподавателю не позднее следующего занятия. Если в ходе проверки отчета будут найдены ошибки, недочеты, студент оперативно вносит необходимые исправления и возвращает отчет преподавателю.

Защита лабораторной работы. Если лабораторная работа выполнена, отчет соответствует требованиям и принят, обучающийся защищает лабораторную работу – проходит собеседование с преподавателем, во время которого оцениваются не только знание теоретических основ метода и практические навыки работы, но и способность студента анализировать полученные данные, делать выводы и интерпретировать результаты анализа на основе литературных источников и нормативной документации.

Вопросы для самостоятельной подготовки

Ацидометрия

1. Сущность метода нейтрализации. Рабочие растворы, используемые в этом методе.
2. Способы приготовления стандартных растворов кислот.
3. Понятие установочного вещества. Установочные вещества в ацидометрии.
4. Методы установки титра и нормальности рабочего раствора: сущность, расчеты.
5. Перечислите возможные погрешности при установке титра методом пипетирования и методом отдельных навесок.
6. Опишите ход выполнения анализа при установке титра рабочего раствора соляной кислоты по буре.
7. Назовите основные способы титрования при определении содержания вещества. В каком случае используется каждый из этих методов?
8. Какой из способов титрования можно использовать для определения содержания NaOH в растворе щелочи и в каустической соде и Na2CO3 в кальцинированной соде? Приведите вывод формулы для расчета содержания определяемого вещества в этом методе (в г, г/л, %) при использовании метода пипетирования.
9. Кривые титрования. Какие факторы влияют на величину скачка титрования?

Как осуществляется выбор индикатора? Какие индикаторы можно использовать в данных определениях? Каким будет переход окраски раствора?

11. Постройте кривые титрования 0,1 н растворов гидроксида и карбоната натрия 0,1 н раствором соляной кислоты расчетным и графическим методами.
12. Выведите формулы для расчета pH в точках эквивалентности.
13. С помощью каких индикаторов можно зафиксировать т.э.?
14. Какой метод титрования используется при анализе смесей NaOH + Na2CO3 и Na2CO3 + NaHCO3? Выведите формулу для расчета содержания компонентов смесей (в г, г/л, %).
15. Как рассчитать молярные массы эквивалентов определяемых веществ?

Прямая потенциометрия

1. Сущность потенциометрических методов и их классификация. Прямая потенциометрия. Уравнение Нернста и смысл входящих в него величин.
2. Электроды I и II рода. Привести примеры.
3. Электроды индикаторные и электроды сравнения. Принцип действия хлоридсеребряного электрода.
4. Установка измерения потенциала электрода. Электролитическая ячейка.
5. Определение концентрации ионов методом прямой потенциометрии: метод калибровочного графика, метод стандартных добавок.
6.

Ионоселективные электроды. Потенциометрическое измерение pH.

1. Мембранные ионоселективные электроды, их классификация, области применения.
2. Стеклянный электрод. Механизм возникновения потенциала на стеклянном электроде. Связь потенциала электрода с концентрацией ионов водорода. Практическое измерение pH со стеклянным электродом. Погрешности измерения pH стеклянным электродом. Достоинства электрода.
3. Ионоселективные электроды для определения других катионов и анионов. Стеклянные электроды для определения катионов. Жидкие ионообменные мембранные электроды.
4. Твердые мембранные электроды. Возникновение потенциала на электроде.
5. Газочувствительные электроды.

Типовые задания по расчетам в титриметрическом анализе

1. Сколько миллилитров серной кислоты плотностью 1,835 г/см^3 требуется для приготовления 2,5 л раствора с [$T(H_2SO_4/CaO) = 0{,}005600$]?

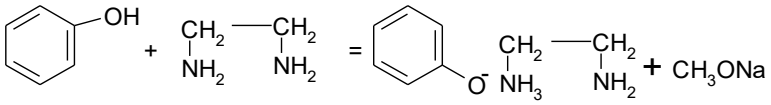
2. Вычислить молярную концентрацию раствора NaOH, его титр и титр по SO_3, если на титрование навески 0,1055 г янтарной кислоты $H_2C_4H_4O_4$ израсходовано 15,10 мл этой кислоты.

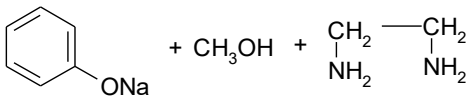
3. Навеску безводного карбоната натрия массой 0,2546 г растворили в ледяной уксусной кислоте в мерной колбе вместимостью 50,00 мл. На титрование 5,00 мл этого раствора израсходовали 4,61 мл раствора $HClO_4$ в ледяной уксусной кислоте. Вычислить молярную концентрацию титранта.

4.Пробу суперфосфатной пульпы объемом 5,00 мл разбавили до 250,0 мл, 25,00 мл фильтрата оттитровали 13,00 мл 0,1020 М КОН в присутствии метилового оранжевого. Затем продолжили титрование с фенолфталеином до розовой окраски, затратив 14,80 мл раствора КОН. Вычислить концентрацию H_3PO_4 и $Ca(H_2PO_4)_2$ в пульпе.

5. В каком объеме хлороводородной кислоты [T(HCI) =0,003638] нужно растворить навеску $CaCO_3$ массой 0,1234 г, чтобы на титрование избытка кислоты с метиловым оранжевым израсходовать 19,50 мл раствора NaOH [T(NaOH/CaO) = 0,002910]?

6. К навеске гвоздичного масла массой 0,0997 г добавили этилендиамин и оттитровали ее 9,50 мл 0,1000 М бензольно-метанольного раствора метилата натрия.





Вычислить массовую долю (%) фенола в образце.

7. В процессе отмывки теплоэнергетического оборудования с помощью комплексонов получили растворы, содержащие комплексонаты железа и меди. Пробу 50,00 мл такого раствора обработали концентрированной HNO_3 при нагревании для разрушения комплексонатов металлов и комплексона. Остаток разбавили в мерной колбе до объема 100,0 мл. В 25,00 мл разбавленного раствора железо осадили аммиаком, осадок гидроксида отделили, растворили в хлороводородной кислоте и оттитровали ЭДТА с сульфосалициловой кислотой. Аммиачный фильтрат после отделения гидроксида железа собрали и оттитровали раствором ЭДТА с индикатором ПАР для определения содержания меди. При титровании железа было затрачено 10,35 мл 0,01142 М раствора ЭДТА, а на титрование меди – 15,26 мл 0,05212 М раствора ЭДТА. Вычислить концентрацию (г/л) железа и меди в исследуемом растворе.

8. Напишите уравнения окислительно-восстановительных реакций, выражение реальных потенциалов каждой системы, вычислите факторы эквивалентности окислителей и восстановителей и приведите выражение логарифма константы равновесия:

$BiCl_3 + K_2SnO_2 + \ldots\ldots \rightarrow$

$Cr(OH)_3 + H_2O_2 + \ldots\ldots \rightarrow$

9. К 50,00 мл нейтрального раствора, содержащего иодат и бромат калия, прибавили избыток KI и раствор $AlCI_3$ (для создания слабокислой среды). Выделенный иодатом иод оттитровали 20,00 мл 0,1004 М раствора тиосульфата натрия. Затем к раствору прибавили концентрированную HCI и на титрование иода , выделенного броматом, затратили 18,24 мл того же раствора $Na_2S_2O_3$. Определить концентрацию (г/л) KIO_3 и $KBrO_3$ в растворе .

10. Рассчитать массовую долю (%) MnO_2 в природном пиролюзите, если образец массой 0,4000 г обработали разбавленной H_2SO_4 , содержащей 0,6000 г $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$, и избыток щавелевой кислоты оттитровали 23,26 мл 0,1129 н. $KMnO_4$ ($f_{экв}$ = 1/5).

Типовые задания по расчетам равновесий в растворах

Во всех вариантах (вариант задания указывает преподаватель) первое контрольное задание относится к графическим способам описания равновесия. Оно включает:

1. Построение диаграмм распределения равновесных форм, концентрационно-логарифмических диаграмм, кривых титрования слабых одно- и многоосновных кислот и оснований: HCOOH, H_2SO_3, H_2AsO_4, NH_3, CH_3COOH, $C_2H_2O_4$, $H_2C_4H_4O_6$, H_3PO_4, H_2CO_3, H_3AsO_3, ЭДТА, H_2CrO_4.

2. Построение диаграмм распределения равновесных форм, кривых образования, кривых титрования различных металлов трилоном Б, расчет минимального pH, при котором возможно определение, учет влияния мешающих ионов.

3. Расчет и построение кривой окислительно-восстановительного титрования.

Типовые контрольные задания по расчету равновесий в растворах

1. Вычислить pH и мольную долю формиат-иоиа в 0,1 М растворе муравьиной кислоты.
2. Вычислить равновесную концентрацию ионов серебра в растворе, содержащем 10^{-3} моль/л нитрата серебра и 0,102 моль/л цианида калия, принимая во внимание, что в этих условиях существует комплекс $|Ag(CN)_2]$.
3. $ПР_{Ag_2CrO_4} = 1{,}1 \cdot 10^{-12}; ПР_{Ag_3PO_4} = 1{,}3 \cdot 10^{-20}$

В насыщенном растворе какой из этих солей концентрация ионов серебра будет больше?

4. Вычислить значение константы равновесия, оценить направление и полноту протекания реакции при pH = 1,6

$$2MnO_4^- + Cl^- + 16H^+ \Leftrightarrow 2Mn^{2+} + 5Cl_2 + 8H_2O$$

Типовые задания по обработке результатов химического анализа

1. Смысл понятий «чувствительность», «предел определения», «диапазон определяемых содержаний». Как связаны предел определения и предел обнаружения?

2. Смысл понятий «погрешность», «сходимость», «правильность». Как проверить правильность результатов химического анализа?

3. Смысл понятий «прецизионность», «воспроизводимость». Что характеризуют дисперсия и стандартное отклонение выборочной совокупности результатов химического анализа?

4. Смысл понятий «генеральная совокупность», «выборочная совокупность». Какому виду распределения подчиняются данные химического анализа?

5. Для пробы глинозема были получены следующие результаты содержания SiO_2 (%): 0,062; 0,057; 0,066; 0,068; 0,062; 0,060; 0,046; 0,059; 0,066. Имеются ли промахи в результатах? Рассчитайте среднее и его доверительный интервал при P=0,95.

6. Оцените качество приготовления буферного раствора с заданным значением pH 6,40, если при контрольном измерении pH приготовленного раствора получен результат: 6,41 $\pm$ 0,01 (P=0,95, n=10). Ответ подтвердите расчетами.

7. При определении натрия в минеральной воде методами ионной хроматографии (I) и пламенной фотометрии (II) получили следующие результаты:

I: (6,6 ± 1,6) мкг/мл, S^2 = 1,67, P=0,95, f=4,

II: (7,4 ± 1,9) мкг/мл, S^2 = 2,43, P=0,95, f=4.

Можно ли для расчета содержания натрия объединить выборки? Если да, рассчитайте среднее и доверительный интервал для объединенной выборочной совокупности.

8. При определении никеля в пробе высоколегированной стали получили следующие результаты, % : 34,11; 34,14; 34,18; 34,20; 34,47. Имеются ли промахи в результатах анализа? Рассчитайте среднее и его доверительный интервал при P = 0,95.

9. Содержание оксида кальция в стандартном образце горной породы по данным рентгенофлуоресцентного анализа составляет: (21,2 ± 2,9) % , P=0,95, n=6. Содержание CaO по паспорту образца равно 23,5 %. Следует ли из этого, что методика не имеет погрешности? Ответ подтвердите расчетами.

10. Содержание фосфора в листьях, полученное спектрофотометрическим методом с образованием фосфорномолибденовой (I) и фосфорнованадиевомолибденовой (II) кислот, составило:

I: (4,1 ± 1,4) мкг/кг, S^2 = 1,23, P=0,95, f=4,

II: (3,2 ± 1,2) мкг/кг, S^2 = 0,90, P=0,95, f=4.

Оцените воспроизводимость данных при использовании методик. Можно ли для расчета содержания фосфора в листьях объединить все данные в одну выборку? Если да, рассчитайте среднее и доверительный интервал для объединенной выборочной совокупности.

Типовые задания по электрохимическим методам анализа

1. В стандартных растворах соли калия были измерены электродные потенциалы калий-ИСЭ относительно х.с.э. После обработки градуировочного графика методом наименьших квадратов получено уравнение: y = - 53 x + 153. Рассчитайте концентрацию ионов калия в растворе, если измерения Ex в параллельных опытах дали следующие результаты: 69 мВ, 57 мВ, 63 мВ, 51 мВ. Какой метод анализа используется? Приведите принципиальную схему установки. Запишите уравнение, связывающее величину аналитического сигнала и концентрацию определяемого компонента. В каком виде необходимо записать рассчитанное содержание определяемого вещества?

2. Чему равен коэффициент селективности электрода, если при потенциале точки пересечения ветвей градуировочного графика, построенного по стандартным растворам потенциалопределяющих ионов A (от 10^{-1} до 10^{-6} М) в присутствии постоянного содержания мешающих ионов B (0,1 М), показатель концентрации A составил: 1) 3,5; 2) 4,2; 3) 2,9 ?

3. Соответствует ли качество воды нормативам (ПДК по фторид-ионам составляет 1,2-1,5 мг/л), если ЭДС гальванического элемента, составленного из фторид-ИСЭ и хлоридсеребряного электродов, равна - 270 мВ, а после обработки градуировочного графика E = f (pC) получено уравнение y = 57,7x - 500 ?

4. При определении концентрации ионов кальция в растворе с использованием Ca-селективного электрода после обработки градуировочного графика E = f(pC) получено уравнение y = - 28 x + 423. В растворе с неизвестным содержанием ионов кальция потенциал электрода равен Ex мВ. После введения добавок 0,1000 М раствора кальция к 50,00 мл анализируемого раствора потенциал ИСЭ составил E(x+д) мВ.

№	Ex, мВ	Vд(1), мл	E(x+д), мВ	Vд(2), мл	E(x+д), мВ	Vд(3), мл	E(x+д), мВ
1	350	1,00	357	2,00	361	3,00	364
2	347	1,00	356	2,00	360	3,00	364

Рассчитайте среднее и доверительный интервал содержания Са в анализируемой пробе (мг/100 мл). Существует ли значимое расхождение между результатами, полученными по методу градуировочного графика и методу добавок?

5. При определении компонентов смеси кислот методом потенциометрического титрования определили концентрацию титранта NaOH по стандартному раствору HCl:

№	C(HCl), моль/л	V(HCl), мл	V(NaOH), мл
1	0,1000	5,00	4,97
2	0,0500	5,00	5,03

При титровании анализируемой пробы получили следующие данные:

№	Смесь	Vмк, мл	Vал, мл	V(NaOH)1, мл	V(NaOH)2, мл
1	HCl,H_3BO_3	100.0	10.00	3.15	10.68
2	HCl,CH_3COOH	100.0	10.00	4.56	7.85

Изобразите кривую титрования смеси кислот, напишите уравнения реакций титрования, укажите способ титрования. Представьте схему установки для проведения анализа. Обработайте результаты анализа, рассчитайте содержания компонентов смеси (г/л).

6 Соли бария (ацетаты или хлориды) используют в качестве титрантов для определения сульфат-ионов. Подвижность анионов: 40,9 (ацетат), 76,1 (хлорид), 80,0 (сульфат). Какой титрант предпочтительнее? Как называется метод анализа и в чем его преимущества? Напишите уравнения реакций тирования, изобразите кривые титрования.

7. Нитробензол, содержащийся в навеске 210 (мг) смеси органических веществ, восстанавливали на ртутном катоде до фенилгидроксиламина при постоянном потенциале –0,96 В (н.к.э.): $C_6H_5NO_2 + 4\ H^+ + 4e = C_6H_5NHOH + H_2O$. Анализируемую смесь растворили в 100 мл метанола. Электронный кулонометр, последовательно соединенный с ячейкой, показал, что на восстановление затрачено 26,74 Кл. Рассчитайте процентное содержание нитробензола в смеси. Как называется этот метод анализа? Запишите уравнение, связывающее величину аналитического сигнала с содержанием определяемого вещества.

8. Рассчитайте массу железа (III) в 100,0 мл анализируемого раствора, если на полное восстановление его до железа (II) в 10,00 мл этого раствора при постоянном потенциале потребовалось такое же количество электричества, какое необходимо для выделения 0,1658 г меди. Какой метод анализа использован и в чем его особенность? Напишите уравнение, связывающее величину аналитического сигнала и содержание определяемого вещества.

9. Лекарственный препарат, содержащий 200,0 мг витамина С, растворили в мерной колбе объемом 50,00 мл. При какой величине постоянного тока следует проводить кулонометрическое титрование аликвоты 1,00 мл электрогенерируемым иодом в присутствии крахмала, чтобы до появления синей окраски затрачивалось не более 100 с? Аскорбиновая кислота $C_6H_8O_6$ (M = 176,1 г/моль) окисляется до дегидроаскорбиновой кислоты $C_6H_6O_6$. Изобразите принципиальную схему установки для проведения анализа, напишите уравнения химических и электрохимических реакций.

10. Гексацианоферрат (II) калия образует с Zn (II) малорастворимое соединение $Zn_2Fe(CN)_6$ и в нейтральной среде количественно осаждает ионы цинка. Титрование раствора Zn(II) проводят на фоне K_2SO_4 по току окисления $Fe(CN)_6^{4-}$ на графитовом электроде при потенциале 1,0 В. Как называется данный метод анализа? Изобразите кривую титрования.

Типовые задания по спектроскопическим методам анализа

1. Для выбора условий фотометрирования при определении содержания железа с сульфосалициловой кислотой была снята спектрограмма стандартного раствора с концентрацией

2,00 мг/л железа в кювете толщиной поглощающего слоя 2,00 см. Максимальное значение оптической плотности составило 0,859 при длине 445 нм. Рассчитайте значение среднего молярного коэффициента поглощения. Что служит критерием соблюдения основного закона светопоглощения? Какие причины вызывают отклонения от этого закона?

2. При определении концентрации нитрит-ионов в питьевой воде построен градуировочный график по серии стандартных растворов 0,002-0,300 мг/л и получено уравнение y = 5,18x + 0,0122. Пропускание анализируемого раствора в кювете толщиной 5,00 см составило 38,0; 38,1; 38,0 %. Каково содержание нитрит-ионов в воде и соответствует ли вода гигиеническим нормативам (ПДК 3 мг/л)? Как называется метод анализа? Какой метод определения содержания используется? Запишите основное уравнение данного метода анализа.

3. Определение меди в растворе проводили с нитрозо-Р-солью при 490 нм. Три пробы сточной воды по 50,00 мл поместили в мерные колбы на 100,0 мл, внесли необходимые реактивы и измерили оптическую плотность относительно раствора сравнения с концентрацией меди 100 мкг/100 мл. Результаты измерения: 0,539; 0,530; 0,536. Относительная оптическая плотность стандартного раствора меди с концентрацией 400 мкг/100 мл, измеренная в таких же условиях, составила 0,455. Рассчитайте содержание меди в сточной воде (мг/л). Как называется метод анализа и какой способ определения содержания используется?

4.Концентрацию фенола в питьевой воде определили спектрофотометрическим методом с 4-аминоантипирином. Построен градуировочный график по серии стандартных растворов 0,100-3,50 мкг/дм^3 и получено уравнение y = 0,216x + 0,026. Пропускание анализируемого раствора в кювете толщиной 5,00 см составило 42,6 %. Каково содержание фенола в воде и соответствует ли вода гигиеническим нормативам (ПДК 0,25 мг/л)?

5. Определение никеля в растворе проводили с диметилглиоксимом при 490 нм. Три пробы по 50,00 мл поместили в мерные колбы на 100,0 мл, внесли необходимые реактивы и измерили оптическую плотность относительно раствора сравнения с концентрацией никеля 0,100 мг/100 мл. Результат измерения: 0,204. Уравнение градуировочного графика y = 2,057x - 0,2023. Рассчитайте содержание никеля в растворе (мг/л). Какой способ определения содержания используется?

6. Из навески стали массой 0,2400 г получили 100,0 мл раствора, содержащего марганец и хром. Для построения градуировочных графиков в мерные колбы вместимостью 100,0 мл поместили 5,00; 10,00; 15,00 мл стандартного раствора перманганата или бихромата и фотометрировали при 350 и 520 нм. Получили следующие уравнения градуировочных графиков:

y = 0,055x + 0,007 (Mn, 520 нм); y = 0,063x + 0,005 (Cr, 350 нм);

y = 0,012x + 0,001 (Mn, 350 нм).

Оптическая плотность анализируемого раствора составила 0,497 при 350 нм и 0,765 при 520 нм. Определите массовую долю хрома и марганца в стали, если T(Cr) = 0,001500г/мл,

T(Mn) = 0,001000 г/мл.

7. Изобразите кривую спектрофотометрического титрования для случая титрования 0,001 М раствора вещества A 0,01 М раствором титранта T (влиянием разбавления можно пренебречь) A + T = C + D. Титрант T и продукт реакции D поглощают при одной и той же длине волны, но молярный коэффициент поглощения T в два раза больше, чем D.

8. Для определения натрия в стекле три навески по 0,1000 г растворили в смеси H_2SO_4 и HF. Растворы упарили, обработали разбавленной HCl и перенесли в мерные колбы объемом 250,0 мл. Во вторую и третью колбы добавили, соответственно, 10,00 и 20,00 мл стандартного раствора натрия (C = 250,0 мкг/мл). Растворы разбавили водой до метки и фотометрировали в пламени светильный газ – воздух. Соответствующие значения интенсивностей равны 16,9; 26,0; 35,1. Определите массовую долю (%) натрия в стекле. Какой метод анализа и какой метод определения содержания использованы? Приведите принципиальную схему прибора.

9. Образец стали содержит 0,5 % кремния. Какую навеску стали (г) следует растворить в 100,0 мл, чтобы, отобрав 25,00 мл этого раствора в мерную колбу на 50,00 мл, получить раствор β-кремнемолибденовой гетерополикислоты $H_4SiMo_{12}O_{40}{\bullet}nH_2O$, поглощение которого в кювете с толщиной 1 см отвечало бы минимальной погрешности фотометрических измерений? Молярный коэффициент поглощения равен $2{,}2{\bullet}10^3$ л$\bullet$моль$^{-1}\bullet$см$^{-1}$ при 400 нм. Приведите принципиальную

схему прибора. Изобразите зависимость относительной погрешности фотометрических измерений от величины оптической плотности.

10. Два образца нефти, стандартный и анализируемый, массой по 2,000 г разбавили в 5 раз и распылили в пламени. Оптическая плотность линии меди для стандартного образца с 0,050 % меди составила 0,635, а для анализируемого образца Ах: 1) 0,905; 2) 0,715; 3) 0,840. Вычислите массовую долю (%) меди в анализируемом образце. Как называется данный метод анализа?

Что является аналитическим сигналом? Какой метод определения концентрации использован?

Типовые задания по хроматографическим методам анализа

1. Изобразите хроматограмму, определите качественный и количественный (% мас.) состав смеси двух спиртов по следующим данным:

Спирт	**$t`_R$, с**	**t_{R1}, с**	**t_{R2}, с**	**t_{R0}, с**	**S_1, см2**	**S_2, см2**
Метанол	42	73	130	30	2,1	3,5
Этанол	96	130	505		1,0	1,8
Бутанол	479	69	127		2,9	2,5

Какой способ определения содержания использован?

2. Какую аналитическую информацию содержит хроматограмма?

3.Какие способы получения хроматограмм применяются в газовой хроматографии?

4. Как связана форма пика с видом изотермы сорбции?

5. Как экспериментально определить высоту, эквивалентную теоретической тарелке?

6. Каковы причины размывания хроматографического пика?

7. Как осуществляется идентификация химических соединений при расшифровке хроматограммы?

8. Какие параметры хроматографического пика используют для количественного анализа?

9. Какие методы определения содержания используются в хроматографии?

10. Приведите примеры расчета содержания компонентов в смеси по результатам определения с использованием различных хроматографических методов.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Тема	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
3 семестр		
1.	Структура и тенденции развития аналитической химии. Основные понятия. Основные этапы химического анализа.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, знакомство с содержанием электронных источников. Подготовка к устным и письменным опросам.

2.	Основные закономерности равновесий и протекания кислотно-основных реакций. Графическое изображение равновесий. Кислотно-основное титрование. Индикаторы, индикаторные ошибки.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников, методических указаний к лабораторным работам. Подготовка к допуску и выполнению лабораторной работы, оформление отчета по лабораторной работе. Подготовка к защите лабораторной работы, решение задач, выполнение индивидуальных расчетных заданий. Подготовка к контрольной работе, к коллоквиуму.
3.	Комплексные соединения в аналитической химии. Основные закономерности равновесий и протекания реакций комплексообразования. Комплексонометрическое титрование. Металл-индикаторы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников, методических указаний к лабораторным работам. Подготовка к допуску и выполнению лабораторной работы, оформление отчета по лабораторной работе. Подготовка к защите лабораторной работы, решение задач, выполнение индивидуальных расчетных заданий. Подготовка к контрольной работе, к коллоквиуму.
4.	Основные закономерности равновесий и протекания окислительно-восстановительных реакций. Окислительно-восстановительное титрование. Индикаторы ОВР. Окислительно-восстановительное титрование. Индикаторы ОВР.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников, методических указаний к лабораторным работам. Подготовка к допуску и выполнению лабораторной работы, оформление отчета по лабораторной работе. Подготовка к защите лабораторной работы, решение задач, выполнение индивидуальных расчетных заданий. Подготовка к контрольной работе, к коллоквиуму.
5.	Гетерогенное равновесие. Гравиметрический анализ. Осадительное титрование.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников. Решение задач, выполнение индивидуальных расчетных заданий. Подготовка к устным и письменным опросам.
6.	Области применения и перспективы развития аналитических методов. Применение различных методов в аналитической практике.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников, методических указаний к лабораторным работам. Подготовка к устным и письменным опросам.

4 семестр		
1.	Основы инструментальных методов анализа.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников, методических указаний к лабораторным работам. Выполнение заданий по программам практик и практикумов, подготовка отчета по лабораторной работе.
2.	Основы химической метрологии и обработки результатов измерений.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников. Решение задач, выполнение индивидуальных расчетных заданий. Подготовка к устным и письменным опросам, к контрольной работе.
3.	Электрохимические методы анализа.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников, методических указаний к лабораторным работам. Подготовка к устным и письменным опросам, к контрольной работе.
4.	Потенциометрические методы анализа.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников, методических указаний к лабораторным работам. Подготовка к допуску и выполнению лабораторной работы, оформление отчета по лабораторной работе. Подготовка к защите лабораторной работы, решение задач, выполнение индивидуальных расчетных заданий. Подготовка к устным и письменным опросам.
5.	Кондуктометрические методы анализа. Кулонометрические методы анализа.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников, методических указаний к лабораторным работам. Подготовка к допуску и выполнению лабораторной работы, оформление отчета по лабораторной работе. Подготовка к защите лабораторной работы, решение задач, выполнение индивидуальных расчетных заданий. Подготовка к устным и письменным опросам.

6.	Вольтамперометрические методы анализа.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников, методических указаний к лабораторным работам. Подготовка к допуску и выполнению лабораторной работы, оформление отчета по лабораторной работе. Подготовка к защите лабораторной работы, решение задач, выполнение индивидуальных расчетных заданий. Подготовка к устным и письменным опросам.
7.	Спектроскопические методы анализа.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников, методических указаний к лабораторным работам, подготовка к контрольной работе. Подготовка к устным и письменным опросам.
8.	Атомно-эмиссионная спектроскопия.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников, подготовка к выполнению тестов, решение задач, выполнение индивидуальных расчетных заданий. Подготовка к устным и письменным опросам.
9.	Атомно-абсорбционная спектроскопия.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников, методических указаний к лабораторным работам. Подготовка к допуску и выполнению лабораторной работы, оформление отчета по лабораторной работе. Подготовка к защите лабораторной работы, решение задач, выполнение индивидуальных расчетных заданий. Подготовка к устным и письменным опросам.
10.	Молекулярная спектроскопия.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников, методических указаний к лабораторным работам. Подготовка к допуску и выполнению лабораторной работы, оформление отчета по лабораторной работе. Подготовка к защите лабораторной работы, решение задач, выполнение индивидуальных расчетных заданий. Подготовка к устным и письменным опросам.
11.	Рентгеновская и электронная спектроскопия.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников. Подготовка к устным и письменным опросам.

12.	Хроматографические методы анализа.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников, подготовка к выполнению теста, решение задач. Подготовка к устным и письменным опросам.
13.	Анализ конкретных объектов.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников, методических указаний к лабораторным работам. Подготовка к допуску и выполнению учебно-исследовательской лабораторной работы, их лабораторных работ, оформление отчета по лабораторной работе, обработка результатов измерений, критический анализ полученных результатов, подготовка доклада и электронной презентации.
14.	Тенденции развития химического анализа.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, знакомство с содержанием электронных источников, подготовка доклада и электронной презентации

В ходе подготовки к занятию обучающиеся читают обязательную и дополнительную литературу по теме учебного занятия, прорабатывают конспекты лекций, методические указания к лабораторным работам, находят необходимую информацию в Интернете, выполняют индивидуальные расчетные задания, готовятся к допуску, выполнению, защите лабораторной работы. Оценка самостоятельной работы студентов осуществляется в течение лекционных и практических занятий посредством устных и письменных опросов, вопросов для обсуждения и самоподготовки, проверки правильности выполнения расчетных заданий, обсуждения методики химического анализа, проверки отчетов по лабораторным работам.

Оцениваются как фактические знания студентов, способности к самостоятельной работе, поиску и осмыслению информации, так и практические навыки выполнения химического эксперимента, обработки полученных данных, представления и интерпретации результатов химического анализа.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Экзамен по аналитической химии проводится в устной форме по билетам, включающим два вопроса (теоретические основы методов анализа, практическое применение методов анализа) и одну задачу (расчет химических равновесий, расчет содержания определяемого вещества, обработка результатов анализа с применением методов математической статистики).

Экзаменационный билет является комплексным заданием открытого типа, объединяющим три оценочных средства: теоретическое задание (показатель усвоения знаний), практическое задание (освоение умений и практических навыков), расчетное задание (применение знаний и умений), что позволяет оценить уровень сформированности компетенции.

Во время экзамена обучающийся имеет право по решению преподавателя пользоваться справочниками, таблицами, калькуляторами.

Ответы на экзаменационный билет оцениваются по следующим критериям:

"отлично" - студент дал полный ответ на теоретические вопросы, правильно решил задачу, продемонстрировал взаимосвязь теоретических основ аналитической химии и практики химического анализа;

"хорошо" - студент показал систематические знания по аналитической химии, способность применять их для решения практических задач, но имеются недочеты в ответах и решениях;

"удовлетворительно" - студент имеет представления о химических, физико-химических, физических методах анализа и применении их в аналитической практике, недостаточно владеет теоретическими основами аналитической химии, в ответах и решениях допускает ошибки, которые может исправить под руководством преподавателя;

"неудовлетворительно" - студент не имеет систематических знаний в области аналитической химии, слабо разбирается в практических вопросах химического анализа, допускает принципиальные ошибки в ответах и решениях.

Вопросы к экзамену

3 семестр

1.Аналитическая химия, ее цели и задачи. Виды анализа и их краткая характеристика. Методы анализа веществ, их классификация и краткая характеристика.

2.Константы равновесия химических реакций и их взаимосвязь.

3.Кислотно–основное равновесие. Теория Бренстеда–Лоури. Кислотно–основные сопряженные пары.

4.Автопротолиз растворителей. Константа автопротолиза. Шкала кислотности растворителя.

5.Кислоты и основания в амфипротных растворителях. Дифференцирующие и нивелирующие растворители.

6.Графическое изображение кислотно–основного равновесия в растворах многоосновных кислот. Концентрационно–логарифмические диаграммы.

7.Вычисление pH в растворах сильных электролитов. Изменение силы кислоты и основания в различных растворителях.

8.Вычисление pH в растворах слабых протолитов. Изменение силы кислоты и основания в различных растворителях.

9.Буферные растворы, механизм их действия. Буферная емкость. Вычисление pH буферной смеси слабой кислоты и ее соли, слабого основания и его соли.

10.Гидролиз соли по катиону, константа гидролиза, pH гидролизующейся соли, степень гидролиза.

11.Гидролиз кислых солей. Константа и степень гидролиза. Вычисление pH раствора кислых солей.

12.Гидролиз соли по аниону. Константа и степень гидролиза. Вычисление pH раствора гидролизующейся соли.

13.Методы титриметрического анализа. Требования к реакциям, используемым в титриметрическом анализе. Способы титрования: метод прямого титрования, обратного титрования и титрования заместителя. Расчеты в этих методах.

14.Кислотно–основное титрование. Кривая титрования слабой кислоты сильным основанием. Расчет скачка титрования. Факторы, влияющие на величину скачка. Индикаторные ошибки.

15.Кривая титрования слабого основания сильной кислотой. Факторы, влияющие на величину скачка. Индикаторные ошибки.

16.Индикаторы метода нейтрализации. Теория действия индикаторов. Интервал перехода окраски индикатора. Выбор индикатора.

17.Характеристика ацидометрии: рабочие растворы, установочные вещества, определяемые вещества. Определение щелочи, содержание смеси веществ: карбоната и гидрокарбоната, щелочи и гидрокарбоната. Сущность методов, уравнения реакций, расчеты.

18.Характеристика алкалиметрии: рабочие растворы., установочные вещества, определяемые вещества. Определение смеси кислот при совместном присутствии, определение содержания азотной кислоты. Сущность методов, уравнения реакций, расчеты.

19.Равновесие в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости комплексов: общие и ступенчатые. Способы выражения констант устойчивости.

20.Среднее лигандное число. Кривая образования. Связь среднего лигандного числа с константами устойчивости и равновесной концентрацией лиганда.

21.Графическое изображение равновесия в растворах комплексов.

22.Комплексометрия. Характеристика рабочих растворов, установочных веществ в комплексометрии. Индикаторы и определяемые вещества.

23.Комплексонометрия. Характеристика комплексонов. Особенности комплексонов как лигандов. Хелатный эффект. Механизм комплексообразования с ЭДТА.

24.Эффективные константы устойчивости , их значение.

25.Кривые комплексонометрического титрования. Расчет скачка титрования. Факторы, влияющие на величину скачка.

26.Равновесие в растворах металл–индикаторов. Механизм их действия. Интервал перехода окраски металл–индикатора.

27.Комплексонометрическое определения кальция и магния при совместном присутствии. Сущность метода, уравнение реакции, расчеты. Влияние pH на скачок титрования солей кальция и магния раствором ЭДТА.

28.Комплексонометрическое определение кобальта (II) и висмута (III) в растворе. Сущность метода, уравнение реакции, расчеты.

29.Кривая титрования солей многоосновных кислот на примере Na_2CO_3.

30.Окислительно-восстановительные реакции, используемые в анализе. Стандартные и реальные потенциалы. Факторы, влияющие на величину потенциала.

31.Окислительно-восстановительный потенциал, его измерение. Уравнение Нернста для потенциалопределяющих систем.

32.Константа равновесия окислительно-восстановительной реакции, ее значение. Направление окислительно-восстановительных реакций.

33.Оксидиметрия. Сущность оксидиметрических методов, их классификация. Характеристика рабочих растворов окислителей. Характеристика рабочих растворов восстановителей.

34.Кривые оксидиметрического титрования растворов окислителей растворами восстановителей и растворов восстановителей растворами окислителей. Скачок титрования и факторы, влияющие на его величину.

35.Редоксиндикаторы. Механизм их действия. Интервал перехода окраски индикатора. Выбор индикатора. Индикаторные ошибки титрования.

36.Перманганатометрия. Сущность и особенности метода. Особенности $KMnO_4$ как рабочего вещества. Установочные вещества. Перманганатометрическое определение окислителей, восстановителей, веществ, не изменяющих степень окисления. Сущность метода, уравнения реакций, расчеты.

37.Иодометрия. Особенности рабочих растворов в иодометрии: направление реакций при иодометрических определениях. Установочные вещества и определяемые вещества в иодометрии.

38.Перманганатометрическое определение окисляемости воды. Сущность метода, уравнения реакций, расчеты.

4 семестр

1. Основы инструментальных методов анализа. Химические, физико-химические, физические, биологические методы. Классификация методов, сравнение по метрологическим и аналитическим характеристикам.

2. Абсолютные и относительные, прямые и косвенные методы анализа. Измерение аналитического сигнала. Зависимость аналитического сигнала от количественного состава пробы. Методы определения содержания компонента.

3. Метрологические характеристики методов анализа. Результат анализа как случайная величина. Погрешности химического анализа. Обработка результатов измерений единичной серии и двух выборочных совокупностей методами математической статистики.

4. Общая характеристика электрохимических методов. Классификация методов. Выбор и сравнение методов анализа, метрологические характеристики и аналитические возможности методов.

5. Потенциометрические методы анализа, сущность и классификация методов. Уравнение Нернста. Электрохимическая ячейка. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы.

6. Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Принципиальная схема установки. Методы определения содержания вещества.

7. Ионометрия. Классификация ионселективных электродов. Стеклянный электрод. Примеры практического применения ионометрии.

8. Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования в реакциях: кислотно-основных, осаждения, окисления-восстановления, комплексообразования. Расчет содержания определяемого вещества.

9. Кондуктометрический анализ, характеристика, особенности, области применения. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Виды кривых титрования. Титрование смесей веществ. Расчет содержания вещества.

10. Кулонометрия. Законы Фарадея. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Расчет количества вещества. Примеры кулонометрических определений.

11. Вольтамперометрия. Основы метода. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Полярография. Уравнение Ильковича, Ильковича-Гейровского.

12. Идентификация и количественное определение неорганических и органических соединений методом вольтамперометрии. Современные разновидности вольтамперометрии. Аналитические возможности методов.

13. Амперометрическое титрование. Индикаторные электроды. Виды кривых титрования, расчет количества определяемого вещества.

14. Общая характеристика спектроскопических методов. Спектроскопические методы анализа в гамма-, рентгеновском, оптическом, микроволновом и радиочастотном диапазонах. Регистрация и расшифровка спектров. Характеристики спектральных линий.

15. Атомная спектроскопия. Спектры испускания и спектры поглощения атомов, способы их возбуждения: пламя, дуга, искра, индуктивно-связанная плазма. Спектральные и физико-химические помехи.

16. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Приборы и оборудование, способы регистрации и расшифровки спектров. Положение и интенсивность спектральных линий. Уравнение Ломакина-Шайбе. Качественный и количественный анализ. Методы определения содержания вещества.

17. Атомно-абсорбционная спектроскопия с пламенной и электротермической атомизацией. Условия Уолша. Атомизация пробы, источники атомизации и излучения. Закон атомного поглощения. Методы количественного анализа.

18. Молекулярная оптическая спектроскопия. Классификация методов анализа. Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Колебательная спектроскопия. Спектроскопия рассеяния. Аналитические возможности методов.

19. Молекулярная абсорбционная спектроскопия в ультрафиолетовой и видимой областях. Основы метода, прямые и косвенные варианты. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Причины отклонений от основного закона светопоглощения. Выбор оптимальных условий проведения анализа.

20. Методы определения содержания вещества в абсолютной и дифференциальной спектрофотометрии. Примеры практических определений.

21. Спектрофотометрический анализ многокомпонентных систем. Закон Фирордта. Примеры практических определений содержания вещества в двухкомпонентных смесях.

22. Спектрофотометрическое титрование. Вид кривых титрования, расчет содержания вещества. Аппаратура и техника спектрофотометрического анализа.

23. Общая характеристика и классификация хроматографических методов анализа. Газовая, жидкостная, плоскостная хроматография. Подвижные и неподвижные фазы. Способы получения хроматограмм. Хроматографические параметры. Области применения, метрологические характеристики и аналитические возможности методов.

24. Теории хроматографического разделения. Концепция теоретических тарелок, параметры эффективности колонки. Кинетическая теория, уравнение Ван-Деемтера. Эффективность, селективность, разрешение. Выбор оптимальных условий хроматографирования.

25. Газовая хроматография. Основы метода и области применения газовой хроматографии. Приборы и техника регистрации хроматограмм, газохроматографические детекторы. Качественный и количественный анализ, методы идентификации и определения содержания компонентов.

26. Анализ конкретных объектов. Стадии аналитического цикла. Выбор метода, методики, оптимальных условий проведения анализа. Отбор и подготовка пробы к анализу.

27. Примеры практических определений компонентов в объектах окружающей среды, технических материалах, пищевых продуктах, фармацевтических препаратах методами химического анализа (прямая потенциометрия).

28. Примеры практических определений компонентов в объектах окружающей среды, технических материалах, пищевых продуктах, фармацевтических препаратах методами химического анализа (потенциометрическое титрование).

29. Примеры практических определений компонентов в объектах окружающей среды, технических материалах, пищевых продуктах, фармацевтических препаратах методами химического анализа (кондуктометрическое титрование).

30. Примеры практических определений компонентов в объектах окружающей среды, технических материалах, пищевых продуктах, фармацевтических препаратах методами химического анализа (кулонометрическое титрование).

31. Примеры практических определений компонентов в объектах окружающей среды, технических материалах, пищевых продуктах, фармацевтических препаратах методами химического анализа (вольтамперометрия).

32. Примеры практических определений компонентов в объектах окружающей среды, технических материалах, пищевых продуктах, фармацевтических препаратах методами химического анализа (атомно-абсорбционная спектроскопия).

33. Примеры практических определений компонентов в объектах окружающей среды, технических материалах, пищевых продуктах, фармацевтических препаратах методами химического анализа (молекулярная абсорбционная спектроскопия).

34. Примеры практических определений компонентов в объектах окружающей среды, технических материалах, пищевых продуктах, фармацевтических препаратах методами химического анализа (абсолютная спектрофотометрия).

35. Примеры практических определений компонентов в объектах окружающей среды, технических материалах, пищевых продуктах, фармацевтических препаратах методами химического анализа (дифференциальная спектрофотометрия).

Задачи к экзамену

3 семестр

1.Для определения общего железа в навеске колчедана 0,1950г. все железо было восстановлено до Fe^{2+} и на его титрование было израсходовано 11,30 мл бихромата калия.

Рассчитать массовую долю железа в навеске, если титр бихромата калия по Fe_2O_3 равен 0,007985г/мл.

2.Для определения кальция навеску фосфорита 2,0000 г после обработки разбавили в мерной колбе емкостью 250 мл. В 20,00 мл осадили ионы кальция в виде оксалата кальция. Осадок отфильтровали и растворили в серной кислоте. На титрование образовавшейся щавелевой кислоты израсходовано 23,90 мл раствора перманганата калия $C(1/5KMnO_4)$ = 0,1 моль/л (К= 0,8594). Вычислить массовую долю оксида кальция в образце.

3. Какая должна быть концентрация аммиака в 0,025 М растворе сульфата цинка, чтобы закомплексованность была равна $1{,}25 \cdot 10^6$? Принять, что в данных условиях образуется комплекс $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$.

4. Для редокс пары Fe^{3+}/Fe^{2+} вычислить $E^{0,r}$ в растворе, содержащем 1 моль фторида натрия при pH = 1. Учесть образование фторидных комплексов железа и протонирование фторид-иона.

4 семестр

1.Результаты определения pH в контрольной пробе речной воды: 7,50; 7,62; 7,94; 7,52; 7,44; 7,60. Имеются ли промахи в результатах анализа? Рассчитайте среднее и его доверительный интервал при P = 0,95.

2.Содержание фосфора в листьях, полученное спектрофотометрическим методом с образованием фосфорномолибденовой (I) и фосфорнованадиевомолибденовой (II) кислот, составило:

I: (3,9 ± 1,4) мкг/кг, S2 = 1,27, P=0,95, f=4,

II: (3,0 ± 1,1) мкг/кг, S2 = 0,78, P=0,95, f=4.

Оцените воспроизводимость данных при использовании методик. Можно ли для расчета содержания фосфора в листьях объединить все данные в одну выборку? Если да, рассчитайте среднее и доверительный интервал для объединенной выборочной совокупности.

3.Для определения содержания фенола в сточных водах используют кулонометрическое титрование электрогенерированным на платиновом аноде Br2. При взаимодействии фенола с бромом образуется трибромфенол. Напишите уравнения реакций, протекающих на электродах и в растворе. Выведите формулу для расчета содержания определяемого вещества. Рассчитайте содержание (мкг/мл) фенола в сточной воде по следующим данным: Vпр, мл = 50,00, I, мА = 50, t, с = 210.

4.Концентрацию фенола в питьевой воде определили спектрофотометрическим методом с 4-аминоантипирином. Построен градуировочный график по серии стандартных растворов 0,100-3,50 мкг/дм3 и получено уравнение $y = 0{,}216x + 0{,}026$. Пропускание анализируемого раствора в кювете толщиной 5,00 см составило 42,6 %. Каково содержание фенола в воде и соответствует ли вода гигиеническим нормативам (ПДК 0,25 мг/л)?

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели	Самостоятельно определяет последовательность	Устный опрос, письменный опрос,	Компетенция сформирована: при

	и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.	действий в рамках поставленной задачи, предлагает способы ее решения с учетом имеющихся ресурсов.	лабораторная работа, защита лабораторной работы, индивидуальное задание, защита индивидуального задания, контрольная работа, коллоквиум.	правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 «Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО ТюмГУ».
2.	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).	Использует академический стиль общения в устной и письменной коммуникации, химическую терминологию, четко излагает свои суждения.	Устный опрос, письменный опрос, лабораторная работа, защита лабораторной работы.	
3.	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.	Планирует свою деятельность, эффективно использует отведенные на решение конкретной задачи временные ресурсы.	Устный опрос, письменный опрос, лабораторная работа, защита лабораторной работы, индивидуальное задание, защита индивидуального задания, контрольная работа, коллоквиум.	
4.	ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.	Анализирует результаты выполненных измерений и расчетов, интерпретирует результаты химического анализа на основе авторитетных источников информации.	Устный опрос, письменный опрос, лабораторная работа, защита лабораторной работы, индивидуальное задание, защита индивидуального задания, контрольная работа, доклад, электронная презентация	
5.	ОПК-2. Способен проводить с соблюдением	Выполняет химический	Устный опрос, письменный	

	норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.	эксперимент по стандартным методикам, работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.	опрос, лабораторная работа, защита лабораторной работы, индивидуальное задание, защита индивидуального задания, контрольная работа, коллоквиум, доклад, электронная презентация	
6.	ОПК-6. Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.	Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме с соблюдением правил и норм русского языка, использует химическую терминологию, графический материал.	Устный опрос, письменный опрос, лабораторная работа, защита лабораторной работы, индивидуальное задание, защита индивидуального задания, контрольная работа, коллоквиум, доклад, электронная презентация	
7.	ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.	Планирует на основе задания отдельные стадии химического эксперимента, имеет представление о назначении серийного научного оборудования, использует стандартные методики химического анализа.	Устный опрос, лабораторная работа, защита лабораторной работы, доклад, электронная презентация.	
8.	ПК-3. Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации.	Понимает назначение и принцип работы серийных технических средств, выбирает технические средства и методы испытаний из	Устный опрос, лабораторная работа, защита лабораторной работы, доклад, электронная презентация.	

		имеющихся для решения поставленной задачи.		
9.	ПК-4. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции.	Выполняет химический анализ по стандартным методикам, расчет содержания вещества, обработку результатов анализа, делает вывод о соответствии образцов требованиям нормативной документации.	Устный опрос, лабораторная работа, защита лабораторной работы, доклад, электронная презентация.	

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1. Основная литература:

1. Основы аналитической химии: задачи и вопросы / Ю. А. Барбалат, А. В. Гармаш, О. В. Моногарова, Е. А. Осипова; под редакцией Ю. А. Золотова [и др.]. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 416 с. — ISBN 978-5-00101-882-7— Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/151514 (дата обращения: 30.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Основы аналитической химии: практическое руководство / Ю. А. Барбалат, А. В. Гармаш, О. В. Моногарова, Е. А. Осипова; под редакцией Ю. А. Золотова [и др.]. — Москва: Лаборатория знаний, 2017. — 465 с. — ISBN 978-5-00101-567-3.— Текст: электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/97410 (дата обращения: 30.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2. Дополнительная литература:

1 Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения: Учебник для вузов/под ред. Золотова Ю.А.– М.: Высш. шк., 2002. – 351 с: ил. ISBN 5-06-003558-1.

2. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа: Учебник для вузов/под ред. Золотова Ю.А. – М.: Высш. шк., 2002. – 494 с: ил. ISBN 5-06-003559-X.

3**.** Золотов, Ю. А. Введение в аналитическую химию : учебное пособие / Ю. А. Золотов. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 266 с. — ISBN 978-5-00101-892-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/151516 (дата обращения: 25.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Вершинин, В. И. Аналитическая химия : учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 428 с. — ISBN 978-5-8114-4121-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/115526 (дата обращения: 25.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Интернет-ресурсы:

http://window.edu.ru, http://anchem.ru, http://www.chem.msu.su/

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

American Chemical Society / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». https://www.acs.org/content/acs/en.html

Национальная электронная библиотека. https://rusneb.ru/

Межвузовская электронная библиотека (МЭБ). https://icdlib.nspu.ru/

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:

платформа для электронного обучения Microsoft Teams;

офисное ПО: операционная система MS Windows, офисный пакет MS Office.

Свободно распространяемые ПО, в том числе отечественного производства:

FAR Manager.

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа должна отвечать требованиям техники безопасности, должна быть оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель; доска аудиторная; аквадистиллятор ДЭ-40 электрический; анализатор вольтамперометрический ТА-LAB с приставкой «Чисто - ТА»; весы аналитические OHAUS AR – 2142 ; кондуктометр – солемер «Анион» - 7000 – 2 шт; кулонометрический титратор «Эксперт-001»; магнитная мешалка без подогрева «РИТМ» - 4 шт; электрическая плита LOIP LH-402; pH-метр-иономер «Анион» - 4100 – 2 шт; pH-метр-иономер И-160.1МП; спектрофотометр ПЭ-5400-УФ; установка для кулонометрического титрования ТЕС-20; фотоколориметр КФК-2 – 2 шт; pH-метр-нитратомер Анион-7000; шкафы вытяжные лабораторные; наборы химической посуды и химические реактивы; ПК с подключением к локальной сети и сети Интернет.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова/
01 июня 2020 г.

ИЗБРАННЫЕ ВОПРОСЫ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

КазанцеваТ.Е. Избранные вопросы высшей математики. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, очная форма обучения. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Математический анализ [электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.utmn.ru/sveden/education/# .

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Казанцева Т.Е, 2020.

1. Пояснительная записка

Овладение практически любой современной профессией требует определенных математических знаний. Представление о роли математики в современном мире, математические знания стали необходимым компонентом общей культуры. Для самореализации, возможности успешной деятельности в информационном мире требуется прочная математическая подготовка. Математическое образование включает в себя овладение системой математических знаний, умений и навыков, дающих представление о предмете математики, о математической символике, специальных математических приемах, методах мышления.

Цель дисциплины - научить студентов видеть связь между объектами реального мира и математическими понятиями, а также выработать готовность использовать математический аппарат в своих исследованиях.

Задачи дисциплины:

- выработать технические навыки математических преобразований,
- сформировать у студентов знания и умения, необходимые для дальнейшего самообразования в области применения методов математической обработки информации,
- формирование математической культуры и развитие логического мышления студентов,
- сформировать у студентов представление о математических моделях, которые могут быть использованы ими при решении задач химической направленности.

1.1. Место дисциплины *(модуля)* в структуре образовательной программы

Дисциплина «Избранные вопросы высшей математики» входит в обязательную часть Блока дисциплин Б1, базовая часть.

Для её успешного изучения необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин «Высшая математика I» или «Высшая математика II», «Математический анализ».

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины *(модуля)*

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	**Код и наименование части компетенции** ***(при наличии паспорта компетенций)***	**Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)**
УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1**. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; **УК-1.2**. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; **УК-1.3**. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов; **УК-1.4**. При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата. **УК-1.5**. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки	**Знает:** методы, способы и особенности осуществления системного поиска информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов **Умеет:** анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие; определять, интерпретировать и ранжировать информацию, требуемую для решения поставленной задачи; отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок, аргументировать свои выводы; рассматривать и предлагать возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки
ОПК-3 – Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	**ОПК-3.1**. Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности **ОПК-3.2**. Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности	**Знает:** о различных теоретических и полуэмпирических моделях химических систем и методах их исследования **Умеет:** использовать стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности; применять освоенные методы для изучения свойств теоретических и полуэмпирических моделей при решении задач химической направленности
ОПК-4 – Способен планировать работы химической направленности,	**ОПК-4.1**. Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической	**Знает:** основные понятия, модели, законы и формулы изучаемых разделов математики, их физический смысл и возможности

обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	направленности **ОПК-4.2**. Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик **ОПК-4.3**. Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений	применения при решении задач химической направленности **Умеет:** использовать базовые знания в области математики при планировании работ химической направленности; грамотно интерпретировать результаты химических наблюдений

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	**Всего часов** (академические часы)	**Часов в семестре** (академические часы)
		3 семестр
Общий объем зач. ед.	4	4
час.	144	144
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	102	102
Лекции	34	34
Практические занятия	68	68
Лабораторные/практические занятия по подгруппам		
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	42	42
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф.зачет, экзамен)	экзамен	экзамен

3. Система оценивания

3.1. Оценивание достижений обучающихся в течение семестра осуществляется на основе балльно-рейтинговой системы. Баллы начисляются студентам за следующие активности:

1) посещение лекций;

2) самостоятельная работа на практическом занятии (не включая контрольные работы)

3) выполнение контрольных работ .

Всего за семестр студент может набрать от 0 до 100 баллов.

Студенты, набравшие за семестр от 61 до 75 баллов, автоматически получают оценку "удовлетворительно". Студенты, набравшие за семестр от 76 до 90 баллов, автоматически получают оценку "хорошо". Студенты, набравшие за семестр от 91 до 100 баллов, автоматически получают оценку "отлично".

Студенты, не набравшие 61 балл, сдают экзамен, отвечая на два теоретических вопроса и решая задачу по одной из пройденных тем. Студенты, желающие получить оценку выше, чем полученная по набранным баллам, также сдают экзамен, отвечая на два теоретических вопроса и решая задачу по одной из пройденных тем.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Ряды	26	6	14	0	6
2.	Криволинейные и поверхностные интегралы	32	8	16	0	8
3.	Обыкновенные дифференциальные уравнения	42	10	20	0	12
4.	Графы	16	4	6	0	6
5.	Точечные группы симметрии	28	6	12	0	10
	Итого (часов)	144	34	68	0	42

4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

Тема 1. Ряды

Числовые ряды. Свойства сходящихся рядов. Необходимое условие сходимости ряда. Достаточные условия сходимости ряда с неотрицательными членами. Признак сравнения, признак Даламбера, интегральный признак. Знакопеременные ряды. Знакочередующиеся ряды. Признак Лейбница. Абсолютная и условная сходимость рядов. Степенные ряды и их свойства. Интервал сходимости. Разложение функций в степенные ряды. Ряд Тейлора. Тригонометрические ряды и их основные свойства. Ряд Фурье. Сходимость ряда Фурье. Ряды Фурье для четных и нечетных функций.

Тема 2. Криволинейные и поверхностные интегралы

Криволинейные интегралы первого и второго рода, их вычисление и приложения. Связь между криволинейными интегралами 1-го и 2-го рода. Поверхностные интегралы первого и второго рода, их вычисление и связь. Скалярное, векторное поле. Градиент. Поток вектора через поверхность. Формула Остроградского. Дивергенция. Циркуляция вектора. Формула Стокса. Ротор. Специальные поля. Приложения.

Тема 3. Обыкновенные дифференциальные уравнения

Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка. Основные понятия и определения. Задача Коши. Геометрический смысл. Уравнения с разделяющимися переменными. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям: определение скорости и порядка химической реакции, радиоактивный распад и др. Однородные и линейные дифференциальные уравнения. Уравнение Бернулли. Уравнение Риккати. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Уравнения, не разрешенные относительно производной. Метод введения параметра. Теорема существования и единственности. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Структура решений однородного и неоднородного уравнений. Характеристическое уравнение, построение общего решения. Частное решение линейного неоднородного уравнения: метод неопределенных коэффициентов, метод вариации произвольных постоянных. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Структура решений однородных и неоднородных систем. Собственные значения и собственные векторы матрицы линейной части. Метод вариации произвольных постоянных.

Тема 4. Графы.

Основные понятия теории графов. Связь теории графов с предметной областью. Молекулярные графы. Виды графов. Связность графов. Способы задания графов. Матрица смежности, матрица инцидентности. Изоморфные графы. Планарность графов. Некоторые задачи теории графов. Пути и маршруты в графах. Циклы. Эйлеровы циклы. Гамильтоновы графы. Деревья. Взвешенные графы.

Тема 5. Точечные группы симметрии.

Определение группы, примеры групп. Элементы симметрии. Операции симметрии, применяемые к молекуле. Таблицы произведений элементов групп. Генераторы. Подгруппы. Группы преобразований. Симметрическая группа n-ой степени. Произведения групп. Сопряженные элементы и классы. Точечные группы симметрии молекулярных систем. Представления конечных групп. Матричные представления генераторов. Неприводимые представления. Характеры.

Планы практических занятий

Тема 1. Ряды.

1) Ряды с неотрицательными членами. Сумма ряда. Признак Даламбера, признак сравнения, интегральный признак.
2) Знакопеременные ряды. Знакочередующиеся ряды. Абсолютная и условная сходимость рядов.
3) Степенные ряды. Интервал сходимости. Разложение функций в степенные ряды.
4) Ряд Тейлора.
5) Ряд Фурье. Сходимость ряда Фурье.
6) Ряды Фурье для четных и нечетных функций.
7) Контрольная работа №1 по теме " Ряды".

Тема 2. Криволинейные и поверхностные интегралы.

1) Вычисление криволинейных интегралов.
2) Вычисление криволинейных и поверхностных интегралов.
3) Вычисление поверхностных интегралов.
4) Градиент. Поток вектора через поверхность.
5) Формула Остроградского. Дивергенция.
6) Циркуляция вектора. Формула Стокса. Ротор.
7) Специальные поля. Приложения векторного анализа.

8) Контрольная работа №2 по теме "Криволинейные и поверхностные интегралы"

Тема 3. Обыкновенные дифференциальные уравнения.

1) Уравнения с разделяющимися переменными. Задача Коши.
2) Однородные и линейные дифференциальные уравнения.
3) Уравнение Бернулли. Уравнение Риккати.
4) Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям.
5) Уравнения, не разрешенные относительно производной.
6) Линейные однородные дифференциальные уравнения.
7) Линейные неоднородные дифференциальные уравнения.
8) Системы линейных однородных дифференциальных уравнений.
9) Системы линейных неоднородных дифференциальных уравнений.
10) Контрольная работа №3 по теме " Обыкновенные дифференциальные уравнения ".

Тема 4. Графы.

1) Виды графов. Связность графов. Способы задания графов. Матрица смежности, матрица инцидентности. Изоморфные графы.
2) Планарность графов. Пути и маршруты в графах. Циклы. Эйлеровы циклы. Гамильтоновы графы.
3) Деревья. Взвешенные графы. Кратчайшие остовы во взвешенном графе. Некоторые задачи теории графов.

Тема 5. Точечные группы симметрии.

1) Определение группы, примеры групп.
2) Элементы симметрии. Операции симметрии, применяемые к молекуле. Таблицы произведений элементов групп.
3) Генераторы. Подгруппы. Группы преобразований. Симметрическая группа n-ой степени. Произведения групп. Сопряженные элементы и классы.
4) Точечные группы симметрии молекулярных систем.
5) Представления конечных групп. Матричные представления генераторов. Неприводимые представления. Характеры.
6) Контрольная работа №4 по темам "Графы", "Точечные группы симметрии.".

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Ряды	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, решение задач
2.	Криволинейные и поверхностные интегралы	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, решение задач
3.	Обыкновенные дифференциальные уравнения	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, решение задач
4.	Графы	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, решение задач

5.	Точечные группы симметрии	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, решение задач

Порядок выполнения каждого вида самостоятельной работы:

1. Изучение лекционного материала по теме.
2. Изучение рекомендованной основной и дополнительной литературы.
3. Разбор практических примеров, продемонстрированных на лекциях и решенных на практических занятиях

Контроль за самостоятельной работой осуществляется при выполнении обучающимся контрольных работ и самостоятельном решении задач на практиках.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

Форма проведения промежуточной аттестации (экзамена) по дисциплине – решение задачи по одной из пройденных тем, ответ на дополнительные вопросы по задаче и ответ на два теоретических вопроса.

6.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Примеры экзаменационных задач:

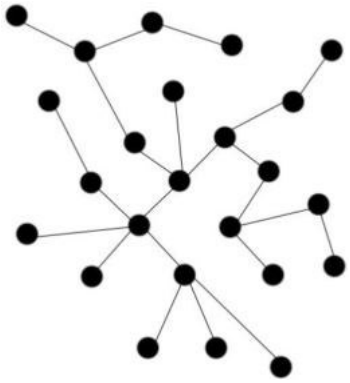
1. Пользуясь определением сходимости ряда, сделать вывод о сходимости и найти его сумму: $\frac{1}{1\cdot 7}+\frac{1}{3\cdot 9}+\ldots+\frac{1}{(2n-1)(2n+5)}+\ldots$
2. Найти общий член и исследовать сходимость ряда $\frac{3}{3}+\frac{7}{9}+\frac{11}{27}+\frac{15}{81}\ldots$
3. Исследовать на абсолютную и условную сходимость $1-\frac{3}{2}+\frac{5}{4}-\frac{7}{8}\ldots+\frac{(-1)^{n+1}(2n-1)}{2^{n-1}}+\ldots$
4. Найти радиус и интервал сходимости ряда и исследовать его сходимость на границах интервала $\frac{x}{2+3}+\frac{x^2}{4+9}+\ldots+\frac{x^n}{2^n+3^n}+\ldots$
5. Разложить в ряд Маклорена функцию $f(x)=e^{-x^2}$.
6. Найти величину и направление градиента поля $u = x\cdot\sin(yz)+z$ в точке A (2, π/2,-1). В каких точках градиент поля равен нулю?
7. Вычислить циркуляцию поля $\bar{a} = x(z-y)\bar{i}+y(x-z)\bar{j}+z(y-x)\bar{k}$ вдоль ломаной ABCA, где A (2, 0, 0), B (0, 1, 0), C (0, 1, 2).
8. Проверить, что поле $\bar{a} = \cos x\cos y\,\bar{i}+(1-\sin x\sin y)\bar{j}+4\cos(2z)\,\bar{k}$ является потенциальным и найти его потенциал.
9. Найти поток вектора $\bar{a} = x^3\bar{i}-17y\bar{j}+3\bar{k}$ через полную поверхность цилиндра $x^2+z^2=9, 0\le y\le 2$.
10. Вычислить ротор векторного поля $\bar{a} = \frac{x}{y}\bar{i}+yz\bar{j}-z^2\bar{k}$ в точке M (5, 1, -2).
11. Решить уравнение $y''-2y'=3e^{2x}+6$.
12. Решить уравнение $(3x^2+6xy^2)dx+(6x^2y+4y^3)dy=0$.
13. Решить задачу Коши $y'+y\cos x=y^2\sin 2x,\ \ y(0)=0$.
14. Решить начальную задачу $y'ctgx+y=-2,\quad y(\pi/3)=1$.
15. Решить уравнение $xy'-y=x\cdot tg\frac{y}{x}$.

16. Решить уравнение $y'' + y = 3\cos x - 1$.

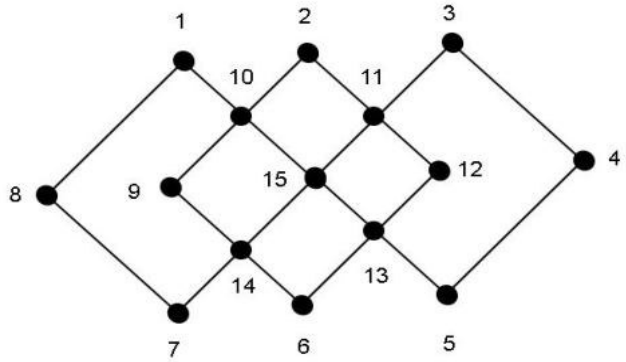
17. Решить систему уравнений $\begin{cases} \dot{x} = 7x + 3y \\ \dot{y} = x + 5y \end{cases}$

18. Дана матрица инцидентности графа B. Задать граф а) рисунком; б) матрицей смежности. $B = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$

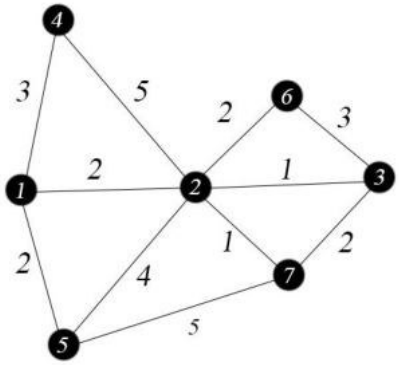
19. Найти центр дерева, диаметральную цепь и её длину



20. Выяснить, является ли граф эйлеровым. Если является, найти эйлеров цикл.



21. Найти остов минимального веса для взвешенного графа



22. Определить все операции симметрии для молекулы пероксида водорода. Построить таблицы произведений элементов группы для операции симметрии. Построить таблицы сопряженных элементов для операций симметрии и провести деление операций на классы. Найти генераторы группы и классифицировать её.

Примерный список экзаменационных вопросов:

1. Числовые ряды. Основные понятия и определения. Сумма ряда. Сходимость ряда. Вычисление суммы ряда с помощью определения. Примеры.
2. Свойства сходящихся рядов. Примеры. Необходимое условие сходимости ряда. Примеры.
3. Ряды с неотрицательными членами. Достаточные условия сходимости. Признак сравнения, признак Даламбера. Примеры.
4. Ряды с неотрицательными членами. Достаточные условия сходимости. Интегральный признак. Примеры.
5. Знакочередующиеся ряды. Признак Лейбница. Абсолютная и условная сходимость. Примеры.
6. Степенные ряды. Интервал сходимости степенного ряда. Теорема Абеля. Радиус сходимости степенного ряда. Примеры.
7. Свойства степенных рядов. Разложение функций в степенные ряды. Ряд Маклорена и ряд Тейлора и их сходимость. Примеры.
8. Тригонометрический ряд. Ряд Фурье. Сходимость ряда Фурье. Примеры.
9. Ряды Фурье для четных и нечетных функций. Примеры. Примеры.
10. Криволинейные интегралы первого рода, их вычисление. Примеры.
11. Криволинейные интегралы второго рода, их вычисление. Примеры.
12. Формула Грина(связь между криволинейными и двойными интегралами). Примеры.
13. Поверхностные интегралы первого рода, их вычисление. Примеры.
14. Поверхностные интегралы второго рода, их вычисление. Примеры.
15. Формула Остроградского (связь между поверхностным интегралом по замкнутой поверхности и тройным интегралом по пространственной области, ограниченной этой поверхностью). Примеры.
16. Формула Стокса (связь между поверхностным и криволинейным интегралами). Примеры.
17. Градиент. Потенциальное поле. Примеры.
18. Дивергенция. Поток векторного поля через поверхность. Связь с формулой Остроградского. Соленоидальное поле. Примеры.
19. Циркуляция вектора. Ротор. Формула Стокса. Примеры.
20. Обыкновенные дифференциальные уравнения (ОДУ) 1-го порядка. Основные понятия и определения. Применение ОДУ в химии.
21. Геометрическая интерпретация ОДУ 1-го порядка. Поле направлений ДУ. Примеры.
22. Уравнения с разделяющимися переменными. Примеры.
23. Задача Коши для ОДУ 1-го порядка. Теорема существования и единственности. Примеры.
24. Однородные ДУ первого порядка. Примеры.
25. Линейные дифференциальные уравнения 1-го порядка. Метод вариации произвольной постоянной. Примеры.
26. Уравнения Бернулли и Риккати. Примеры.
27. Уравнения в полных дифференциалах. Примеры
28. Интегрирующий множитель. Примеры.
29. Дифференциальные уравнения 1-го порядка, не разрешенные относительно производной. Единственность решения начальной задачи. Примеры.
30. Дифференциальные уравнения 1-го порядка, не разрешенные относительно производной. Метод введения параметра. Примеры.

31. Линейные однородные дифференциальные уравнения 2-го порядка. Линейная независимость функций, определитель Вронского. Фундаментальная система решений. Построение общего решения. Случай действительных и различных характеристических корней. Примеры.
32. Построение общего решения линейного однородного дифференциального уравнения 2-го порядка. Случай комплексно сопряженных характеристических корней. Пример. Случай кратных характеристических корней. Пример.
33. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения 2-го порядка. Метод вариации произвольной постоянной. Примеры.
34. Нормальные системы ДУ. Основные понятия и определения. Задача Коши для нормальной системы. Примеры.
35. Системы линейных однородных (СЛО) дифференциальных уравнений. Линейная зависимость решений СЛО ДУ. Вронскиан. Фундаментальная система решений. Примеры.
36. Собственные значения и собственные векторы. Общее решение системы линейных однородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Примеры.
37. Основные понятия и определения теории графов. Типы графов. Связность графов. Примеры.
38. Способы задания графов. Матрица смежности и матрица инцидентности. Примеры.
39. Пути и маршруты в графах. Эйлеровы графы. Теорема Эйлера о циклах. Алгоритм Флёри. Примеры.
40. Гамильтоновы графы. Задача коммивояжера. Теорема Оре и теорема Дирака. Примеры.
41. Деревья. Цикломатическое число. Остовные деревья. Типы вершин и центры деревьев. Примеры.
42. Взвешенные графы. Кратчайшие остовы во взвешенном графе. Алгоритм Краскала (жадный алгоритм). Пример.
43. Определение группы, примеры групп.
44. Операции симметрии, применяемые к молекуле. Элементы точечной симметрии.
45. Подгруппа. Группы преобразований. Симметрическая группа n-ой степени. Генераторы группы. Произведения групп. Сопряженные элементы и классы.
46. Отображения. Изоморфные группы. Представления конечных групп.
47. Матричные представления генераторов точечных групп симметрии. Характеры.

6.2. Критерии оценивания компетенций

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	**УК-1** - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**Знает:** методы, способы и особенности осуществления системного поиска информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов **Умеет:** анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие; определять, интерпретировать и ранжировать информацию, требуемую для решения поставленной задачи; аргументировать свои выводы; рассматривать и предлагать возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки	Задачи, предложенные студенту для самостоятельного решения. Контрольные работы	**1.** Правильное понимание постановки задачи **2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов
			Устный опрос по темам 2 экзаменационных вопросов.	**1.** Правильность и полнота изложения информации **2.** Умение привести примеры, иллюстрирующие теоретические положения.
			Экзаменационная задача, предложенная студенту для самостоятельного решения.	**1.** Правильное понимание постановки задачи **2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов **5.** Способность студента ответить на дополнительные вопросы

2.	**ОПК-3** – Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	**Знает:** о различных теоретических и полуэмпирических моделях химических систем и методах их исследования **Умеет:** использовать стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности; применять освоенные методы для изучения свойств теоретических и полуэмпирических моделей при решении задач химической направленности	Задачи, предложенные студенту для самостоятельного решения. Контрольные работы	**1.** Правильное понимание постановки задачи **2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов
			Устный опрос по темам 2 экзаменационных вопросов.	**1.** Правильность и полнота изложения информации **2.** Умение привести примеры, иллюстрирующие теоретические положения.
			Экзаменационная задача, предложенная студенту для самостоятельного решения.	**1.** Правильное понимание постановки задачи **2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов **5.** Способность студента ответить на дополнительные вопросы
3.	**ОПК-4** – Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	**Знает:** основные понятия, модели, законы и формулы изучаемых разделов математики, их физический смысл и возможности применения при решении задач химической направленности **Умеет**: использовать базовые знания в области математики при планировании работ химической направленности; грамотно интерпретировать результаты химических	Задачи, предложенные студенту для самостоятельного решения. Контрольные работы	**1.** Правильное понимание постановки задачи **2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов
			Устный опрос по темам 2 экзаменационных вопросов.	**1.** Правильность и полнота изложения информации **2.** Умение привести примеры, иллюстрирующие теоретические положения.
			Экзаменационная задача, предложенная	**1.** Правильное понимание постановки задачи

		наблюдений	студенту для самостоятельного решения.	**2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов **5.** Способность студента ответить на дополнительные вопросы

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Гданский, Н. И. Основы теории и алгоритмы на графах : учебное пособие / Н. И. Гданский. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 206 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-014386-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/978686 (дата обращения: 07.05.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Шипачев, В. С. Высшая математика : учебник / В.С. Шипачев. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 479 с. — (Высшее образование). — www.dx.doi.org/10.12737/5394. - ISBN 978-5-16-010072-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/990716 (дата обращения: 07.05.2020).

7.2 Дополнительная литература:

1. Паничев, С. А. Математические структурные модели в химии : учебное пособие / С. А. Паничев, Л. П. Паничева, С. С. Волкова. — Тюмень : ТюмГУ, 2018. — 268 с. — ISBN 978-5-400-01222-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/117831 (дата обращения: 07.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления : учебник : в 3 т. Том 2 / Г. М. Фихтенгольц ; под. ред. А. А. Флоринского. - 10-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2018. - 864 с. - ISBN 978-5-9221-1803. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1223545 (дата обращения: 07.05.2020). – Режим доступа: по подписке.
3. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления : учебник : в 3 т. Том 3 / Г. М. Фихтенгольц ; под. ред. А.А. Флоринского. - 10-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2018. - 728 с. - ISBN 978-5-9221-1804. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1223547 (дата обращения: 07.05.2020). – Режим доступа: по подписке.
4. Ячменев, Л. Т. Высшая математика : учебник / Л. Т. Ячменёв. - Москва : РИОР : Инфра-М, 2020. - 752 с. - (Высшее образование; Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01032-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1056564 (дата обращения: 07.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

7.3 Интернет-ресурсы:

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам http://window.edu.ru/.
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов http://fcior.edu.ru/.

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. ProQuest Dissertations &Theses Global / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: https://search.proquest.com/index.
2. Национальная электронная библиотека. URL: https://rusneb.ru.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:
- платформа для электронного обучения Microsoft Teams.
- программное обеспечение MS Office (MS Word, MS PowerPoint).
2. Свободно-распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:
- программное обеспечение LibreOffice.

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий с мультимедийным оборудованием для демонстрации лекций и доской для проведения практических занятий.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова/
23 июня 2021 г.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ХИМИИ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Казанцева Т.Е. Вычислительные методы в химии. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль:химия, очная форма обучения. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Математический анализ [электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.utmn.ru/sveden/education/# .

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Казанцева Т.Е., 2020.

1. Пояснительная записка

Цель дисциплины — изучение и освоение современных методов математического моделирования химических, физико-химических и химико-технологических процессов.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с методами формализации химических, физико-химических и химико-технологических процессов;
- изучение методов построения математической модели, которая отражает молекулярный механизм процесса или по крайней мере правильно отражает эмпирическую зависимость одной наблюдаемой в эксперименте величины от другой или нескольких других величин;
- обучение методам формулирования химической задачи на языке машинных программ и вычислительной математики, построения химически ориентированных алгоритмов;
- обучение интерпретации полученных результатов с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач;
- формирование у студентов знаний и умений, необходимых для дальнейшего самообразования в области применения методов математической обработки информации;
- формирование математической культуры и развитие логического мышления студентов.

1.1. Место дисциплины *(модуля)* в структуре образовательной программы

Дисциплина «Вычислительные методы в химии» входит в обязательную часть Блока дисциплин Б1, базовая часть.

Для её успешного изучения необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин «Высшая математика I» или «Высшая математика II», «Математический анализ», «Избранные вопросы высшей математики».

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины *(модуля)*

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	**Код и наименование части компетенции** ***(при наличии паспорта компетенций)***	**Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)**
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1**. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; **УК-1.2**. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; **УК-1.3**. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов; **УК-1.4**. При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата. **УК-1.5**. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки	**Знает:** методы, способы и особенности осуществления системного поиска информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов **Умеет:** анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие; определять, интерпретировать и ранжировать информацию, требуемую для решения поставленной задачи; отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок, аргументировать свои выводы; рассматривать и предлагать возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки
ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	**ОПК-3.1**. Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности **ОПК-3.2**. Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности	**Знает:** о различных теоретических и полуэмпирических моделях химических систем и методах их исследования **Умеет:** использовать стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности; применять освоенные методы для изучения свойств теоретических и полуэмпирических моделей при решении задач химической направленности
ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности,	**ОПК-4.1**. Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической	**Знает:** основные понятия, модели, законы и формулы изучаемых разделов математики, их физический смысл и возможности

обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	направленности **ОПК-4.2**. Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик **ОПК-4.3**. Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений	применения при решении задач химической направленности **Умеет:** использовать базовые знания в области математики при планировании работ химической направленности; грамотно интерпретировать результаты химических наблюдений
ОПК-5. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	**ОПК-5.1.** Использует современные IT-технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации химического профиля **ОПК-5.2.** Соблюдает нормы информационной безопасности в профессиональной деятельности	**Знает:** о нормах информационной безопасности в профессиональной деятельности; о современных IT-технологиях, используемых при сборе, анализе, обработке и представлении информации химического профиля **Умеет:** использовать современные IT-технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации химического профиля

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	**Всего часов** (академические часы)	**Часов в семестре** (академические часы)
		4 семестр
Общий объем зач. ед.	**4**	**4**
час.	**144**	**144**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	**102**	**102**
Лекции	34	34
Практические занятия	68	68
Лабораторные/практические занятия по подгруппам	0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**42**	**42**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф.зачет, экзамен)		экзамен

3. Система оценивания

3.1. Оценивание достижений обучающихся в течение семестра осуществляется на основе балльно-рейтинговой системы. Баллы начисляются студентам за следующие активности:

1) посещение лекций;

2) самостоятельная работа на практическом занятии (не включая контрольные работы)

3) выполнение контрольных работ.

4. Содержание дисциплины.

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основы теории вероятностей	32	8	16	0	0
2.	Основы математической статистики	28	6	14	0	0
3.	Вычисление корней уравнений	14	4	6	0	0
4.	Системы линейных алгебраических уравнений	16	4	8	0	0
5.	Интерполяция	24	6	12	0	0
6.	Численное интегрирование	18	4	8	0	0
7.	Численные решения дифференциальных уравнений	12	2	4	0	0
8.	Консультации и экзамен	0	0	0	0	
	Итого (часов)	144	34	68	0	42*

** – учитывает контактную работу на консультации и экзамене.*

4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

Тема 1. Основы теории вероятностей.

Случайные события. Действия над событиями. Классическое определение вероятности. Основные правила и формулы комбинаторики. Геометрическое определение вероятности. Условные вероятности. Вероятность произведения и суммы событий. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Вероятность появления хотя бы одного события. Независимые испытания. Схема Бернулли. Локальная и интегральная теоремы

Муавра - Лапласа. Наивероятнейшее число появлений события в независимых испытаниях.

Случайные величины. Закон распределения дискретной случайной величины. Интегральная функция распределения непрерывной случайной величины. Дифференциальная функция распределения (плотность) непрерывной случайной величины. Биноминальное распределение. Распределение Пуассона. Равномерное распределение. Показательное (экспоненциальное) распределение. Нормальный закон распределения. Числовые характеристики дискретных и непрерывных случайных величин. Математическое ожидание и его свойства. Дисперсия и ее свойства. Среднее квадратическое отклонение. Влияние параметров нормального распределения на форму нормальной кривой.

Тема 2. Основы математической статистики.

Генеральная и выборочная совокупности. Способы отбора. Частоты. Статистическое распределение выборки. Эмпирическая функция распределения и ее свойства. Гистограмма частот. Статистические оценки параметров распределения. Генеральная и выборочная средние. Групповая и общая средние. Генеральная и выборочная дисперсия. Групповая, внутригрупповая, межгрупповая и общая дисперсии. Оценка генеральной дисперсии по исправленной выборочной. Мода, медиана, размах варьирования.

Точечная оценка. Интервальная оценка. Точность оценки. Надежность оценки. Доверительный интервал. Асимметрия и эксцесс. Доверительные интервалы для оценки МО нормального распределения при известном σ.

Статистические гипотезы. Статистический критерий. Уровни статистической значимости. Мощность критерия. Ошибки 1-го и 2-го рода. Параметрические и непараметрические критерии. Критерий Манна – Уитни.

Функциональная и корреляционные связь. Диаграмма рассеивания. Коэффициент корреляции. Метод Пирсона. Метод Спирмена. Значимость коэффициента корреляции. Классификация корреляционных связей.

Тема 3. Вычисление корней уравнений.

Введение в численные методы. Вычислительные эксперименты в химии. Прямая и обратная задачи математического моделирования. Виды моделей. Проблемы моделирования. Отличия численных методов от аналитических. Погрешности численных методов. Типы погрешностей: неустранимая, погрешность метода, вычислительная. Абсолютная и относительная погрешности. Значащие цифры. Абсолютная погрешность суммы или разности приближённых чисел. Относительная погрешность произведения и частного. Относительная погрешность степени и корня.

Типы уравнений. Отделение корней. Метод половинного деления. Метод простой итерации. Метод хорд (секущих). Метод Ньютона (касательных). Примеры химических задач, приводящих к необходимости отыскания корней уравнений. Вычисление степени превращения в равновесных газовых реакциях. Вычисление pH растворов слабых кислот.

Тема 4. Системы линейных алгебраических уравнений.

Прямые методы решения. Матричный метод. Метод Крамера. Метод Гаусса. Схема единственного деления. Метод Гаусса - Жордана. Метод Гаусса с выбором главного элемента по столбцу или строке.

Итерационные методы. Метод простой итерации. Сходимость метода. Погрешность метода. Собственные значения матрицы. Необходимое и достаточное условия сходимости метода простых итераций. Норма матрицы. Метод Зейделя.

Тема 5. Интерполяция.

Интерполяция таблично заданной функции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Факторы, определяющие точность интерполяции. Понятие сходимости интерполяционного процесса. Кусочно-полиномиальная аппроксимация. Статистическая обработка экспериментальных данных. Изучение зависимости между величинами. Виды зависимостей. Выбор вида зависимости.

Метод наименьших квадратов (МНК). Линейный МНК. Нелинейный МНК. Сплайны и их свойства. Дефект сплайна. Гладкость сплайна. Построение кубического интерполяционного сплайна дефекта 1.

Тема 6. Численное интегрирование.

Примеры химических задач, приводящих к необходимости численного интегрирования: вычисление летучести газа, вычисление теплоемкости твердых тел, моделирование простой перегонки. Методы численного интегрирования: метод трапеций, методы левых, правых и средних прямоугольников, метод Симпсона. Применения метода Монте-Карло для вычисления определенных интегралов. Интегрирование кинетических уравнений первого порядка методом Монте-Карло.

Тема 7. Численные решения дифференциальных уравнений.

Примеры химических задач, приводящих к необходимости решения дифференциальных уравнений: интегрирование дифференциальных уравнений формальной кинетики химических реакций, описание явлений переноса (перенос тепла, массы, импульса). Метод Эйлера. Исправленный метод Эйлера. Модифицированный метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Погрешности методов. Метод Эйлера для систем ДУ.

Темы практических занятий

Тема 1. Основы теории вероятностей.

1) Случайные события. Действия над событиями. Классическое определение вероятности. Основные правила и формулы комбинаторики.
2) Геометрическое определение вероятности. Условные вероятности. Вероятность произведения и суммы событий.
3) Формула полной вероятности. Формула Байеса. Вероятность появления хотя бы одного события.
4) Независимые испытания. Схема Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Муавра - Лапласа. Наивероятнейшее число появлений события в независимых испытаниях.
5) Закон распределения дискретной случайной величины. Многоугольник распределения.
6) Интегральная функция распределения непрерывной случайной величины. Дифференциальная функция распределения (плотность) непрерывной случайной величины.
7) Числовые характеристики дискретных и непрерывных случайных величин. Математическое ожидание и его свойства. Дисперсия и ее свойства. Среднее квадратическое отклонение.
8) Контрольная работа №1 по теме "Основы теории вероятностей".

Тема 2. Основы математической статистики.

1) Генеральная и выборочная совокупности. Способы отбора. Частоты. Статистическое распределение выборки. Эмпирическая функция распределения и ее свойства. Гистограмма частот.
2) Расчет выборочной средней, расчет выборочной и исправленной выборочной дисперсии, других характеристик.
3) Расчет доверительного интервала для оценки математического ожидания нормального распределения при известном и неизвестном среднем квадратическом отклонении.
4) Расчет характеристик вариационного ряда.
5) Критерий Манна-Уитни. Критерий Согласия Пирсона.
6) Корреляционный анализ. Выборочный коэффициент корреляции Пирсона. Выборочный коэффициент корреляции Спирмена.
7) Контрольная работа №2 по теме "Основы математической статистики".

Тема 3. Вычисление корней уравнений.

1) Погрешности приближенных вычислений. Абсолютная и относительная погрешности. Значащие цифры. Абсолютная погрешность суммы или разности приближённых чисел. Относительная погрешность произведения и частного. Относительная погрешность степени и корня.
2) Отделение корней. Метод половинного деления. Метод простой итерации.
3) Метод хорд (секущих). Метод Ньютона (касательных). Вычисление степени превращения в равновесных газовых реакциях. Вычисление pH растворов слабых кислот.

Тема 4. Системы линейных алгебраических уравнений.

1) Решение СЛАУ прямыми методами: матричный метод, метод Крамера, метод Гаусса (схема единственного деления).
2) Решение СЛАУ прямыми методами: метод Гаусса - Жордана, метод Гаусса с выбором главного элемента по столбцу или строке.
3) Итерационные методы. Метод простой итерации. Метод Зейделя.
4) Контрольная работа №3 по темам "Вычисление корней уравнений", "Системы линейных алгебраических уравнений".

Тема 5. Интерполяция.

1) Кусочно-полиномиальная аппроксимация.
2) Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона.
3) Статистическая обработка экспериментальных данных. Изучение зависимости между величинами. Выбор вида зависимости. Метод наименьших квадратов (МНК). Линейный МНК.
4) Нелинейный МНК.
5) Построение кубического интерполяционного сплайна дефекта 1.
6) Контрольная работа №4 по теме "Интерполяция".

Тема 6. Численное интегрирование.

1) Методы численного интегрирования: методы левых, правых и средних прямоугольников,
2) Методы численного интегрирования: метод трапеций, метод Симпсона.
3) Применения метода Монте-Карло для вычисления определенных интегралов. Интегрирование кинетических уравнений первого порядка методом Монте-Карло.
4) Контрольная работа №5 по теме "Численное интегрирование".

Тема 7. Численные решения дифференциальных уравнений.

1) Решение дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера.
2) Решение дифференциальных уравнений и систем. Метод Рунге-Кутты.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Основы теории вероятностей	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, решение задач
2.	Основы математической статистики	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, решение задач
3.	Вычисление корней уравнений	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, решение задач
4.	Системы линейных алгебраических уравнений	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, решение задач

5.	Интерполяция	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, решение задач
6.	Численное интегрирование	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, решение задач
7.	Численные решения дифференциальных уравнений	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, решение задач

Порядок выполнения каждого вида самостоятельной работы:

1. Изучение лекционного материала по теме.
2. Изучение рекомендованной основной и дополнительной литературы.
3. Разбор практических примеров, продемонстрированных на лекциях и решенных на практических занятиях

Контроль за самостоятельной работой осуществляется при выполнении обучающимся контрольных работ и самостоятельном решении задач на практиках.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

6.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Форма проведения промежуточной аттестации (экзамена) по дисциплине – решение задачи по одной из пройденных тем, ответ на дополнительные вопросы по задаче и ответ на два теоретических вопроса.

Студенты, набравшие за семестр от 61 до 75 баллов, автоматически получают оценку "удовлетворительно". Студенты, набравшие за семестр от 76 до 90 баллов, автоматически получают оценку "хорошо". Студенты, набравшие за семестр от 91 до 100 баллов, автоматически получают оценку "отлично".

Студенты, не набравшие 61 балл, сдают экзамен, отвечая на два теоретических вопроса и решая задачу по одной из пройденных тем. Студенты, желающие получить оценку выше, чем полученная по набранным баллам, также сдают экзамен, отвечая на два теоретических вопроса и решая задачу по одной из пройденных тем.

Примеры экзаменационных задач:

1. Колода игральных карт из 52 листов тщательно перетасована. Наудачу берут 4 карты. Найти вероятность того, что среди этих карт окажутся представители всех мастей.
2. Наудачу взяты два положительных числа x и y, каждое из которых не превышает 4. Найти вероятность того, что произведение xy будет не больше 5, а частное x/y не больше 4.
3. Ракета накрывает цель с вероятностью 2/3. По цели выпущено две ракеты. Известно, что при одном попадании цель поражается с вероятностью 1/2, а при двух с вероятностью 5/6. Цель поражена. Какова вероятность того, что в нее попала только одна ракета?
4. Страховая компания заключила n договоров. Вероятность страхового случая по каждому из них в течение года составляет 2%. Найти вероятность, что таких случаев будет: а) один при n = 5; б) не более 870 при n = 40000.
5. Плотность распределения непрерывной случайной величины X имеет вид:
$$f(x)=\begin{cases}0 & при \quad -\infty < x \le 3,\\ a\cdot(x-3)/2 & при \quad 3 < x < 5,\\ 0 & при \quad 5 \le x < +\infty.\end{cases}$$
Найти: а) параметр a; б) функцию распределения $F(x)$; в) вероятность попадания случайной величины X в интервал $(4, 6)$; г) математическое ожидание и дисперсию.

6. В эксперименте по исследованию тревожности (опросник Спилберга) испытуемым предлагалось ответить на 40 вопросов (20 вопросов по шкале ситуативной тревожности СТ и 20 – по шкале личностной тревожности ЛТ). Было обследовано 18 человек. Показатели представлены в таблице.

СТ	45	30	28	50	68	73	26	65	32	69	52	43	51	23	66	71	37	54
ЛТ	32	44	46	52	59	78	40	58	39	75	53	60	50	33	78	80	56	50

Можно ли утверждать, что один из уровней тревожности превосходит другой?

7. Дана выборка нормально распределенного признака (IQ) с известным средним квадратическим отклонением σ = 17. Найти доверительные интервалы для оценки неизвестного математического ожидания с заданной надежностью γ = 0,95, γ = 0,99.

129	79	107	128	78	107	120	109	99	97	90	96	102	104	75
97	82	123	94	97	88	115	94	105	112	104	87	104	109	68

8. Используя критерий Пирсона, при уровне значимости 0,01 установить, случайно или значимо расхождение между эмпирическими частотами n_i и теоретическими частотами n_i', которые вычислены, исходя из гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности X:

n_i	5	17	42	70	37	18	11
n_i'	6	18	36	76	39	18	7

9. Построить диаграмму рассеивания. Выбрать метод и вычислить с помощью него коэффициент корреляции. Оценить силу и направление связи. Оценить значимость корреляции. 10 школьникам были даны тесты на наглядно-образное и вербальное мышление. Измерялось среднее время решения заданий теста в секундах. Переменная X — среднее время решения наглядно-образных, а переменная Y — среднее время решения вербальных заданий тестов.

№ испытуемых	X	Y
1	19	17
2	32	7
3	33	17
4	44	28
5	28	27
6	35	31
7	39	20
8	39	17
9	44	35
10	44	43

10. Используя метод простой итерации, найти приближенное решение системы с точностью ε = 10-5 в норме ||.||∞. Сделать проверку.

$$\begin{cases} 38X_1 + 2X_2 = 6{,}2 \\ -X_1 + 8X_2 + 2{,}3X_3 = 5{,}1 \\ X_2 - 2X_3 + X_4 = -2 \\ 1{,}3X_3 + 2X_4 + 0{,}5X_5 = 3 \\ -0{,}8X_4 + 2{,}1X_5 = 3{,}2 \end{cases}$$

11. Решить СЛАУ методом Гаусса-Жордана. Сделать проверку.

$$\begin{cases} 9x_1 - 15x_2 + 30x_3 + 8x_4 + 5x_5 = -9 \\ 2x_1 - 2x_2 + 3x_3 + 14x_4 - 3x_5 = 2 \\ x_1 + 12x_2 - 15x_3 - 6x_4 + 8x_5 = 7 \\ 2x_1 - x_2 - 7x_3 + x_4 - x_5 = -7 \\ 11x_1 + x_2 + 4x_3 + 8x_4 + 10x_5 = -5 \end{cases}$$

12. Решить уравнение $4 - 2x = \ln x$ методом простой итерации с абсолютной погрешностью ε < 0,0001.
13. Решить уравнение $2{,}8x = 2^x$ методом хорд с абсолютной погрешностью ε < 0,0001.
14. Используя метод Зейделя, найти приближенное решение системы с точностью ε = 10-5 в норме ||.||∞. Сделать проверку.

$$\begin{cases} 3X_1 + 2{,}2X_2 = 4{,}8 \\ X_1 - 4X_2 + X_3 = -1 \\ 2X_2 - 7X_3 + 2{,}5X_4 = 0{,}5 \\ -1{,}2X_3 + 6X_4 + X_5 = 6{,}1 \\ 2X_4 + 3{,}5X_5 = 3 \end{cases}$$

15. Пользуясь МНК, определить величины x1, x2 и x3. В правых частях – заведомо приближенные числа.

$$\begin{cases} 2x_1 - 3x_2 + 9x_3 = 14 \\ 3x_1 + 2x_2 - x_3 = -4{,}3 \\ x_1 - 4x_2 + 2x_3 = 0{,}03 \\ x_1 + x_2 + x_3 = 1{,}49 \end{cases}$$

16. Построить интерполяционный многочлены Лагранжа для функции, заданной таблицей. Построить график.

x	0,5	0,6	0,7	0,8
y	1,45	1,57	1,62	1,51

17. Построить кусочно-линейную интерполяцию и кубический интерполяционный сплайн дефекта 1 для функции, заданной таблицей. Построить графики

x	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45
y	4,43	6,36	7,28	7,02	5,61	2,11

18. Построить интерполяционный многочлен Ньютона для функции, заданной таблицей. Построить график.

x	0,4	0,5	0,6	0,7
y	2,23	4,48	3,37	2,35

19. Вычислить интеграл $\int_1^2 \left(7x^2 - 3\sqrt{x} + 2\right)dx$, используя квадратурные формулы прямоугольников (левых, правых, средних), трапеций и Симпсона. Вычислить точное значение и абсолютные погрешности для N = 28.
20. Вычислить значение интеграла $\int_{-1}^{1} \frac{dx}{2+x}$ с одним верным знаком после запятой, используя квадратурные формулы трапеций. Вычислить точное значение и абсолютную погрешность.

21. Используя метод Монте-Карло, вычислить приближенное значение определенного интеграла $\int_1^2 \frac{dx}{\sqrt{2x^2+0{,}3}}$. Предварительно определить число испытаний N, которые с надежностью 0,95 обеспечат верхнюю границу ошибки ε = 0,05.
22. Найти приближенное решение задачи Коши методом Эйлера
$$y' = x + \cos\frac{y}{2{,}2}, y(0{,}1) = -1$$
на отрезке [0,1; 0,9] с шагом 0,05. Оценить погрешность с помощью правила двойного пересчета. Вывести график приближенного решения.
23. Найти приближенное решение задачи Коши методом Рунге-Кутты 4-го порядка на отрезке [0; 1] с шагом 0,1. Оценить ошибки методом двойного пересчета. Вывести график приближенного решения.
$$y' - x^3 y = 2^x, y(0) = 2$$
24. Решить систему методом Эйлера с шагом h = 0,1 на отрезке [0; 1].
$$\begin{cases} \dot{x} = y - 5\cos t & x(0) = 0 \\ \dot{y} = 2x + y & y(0) = 1 \end{cases}.$$

Примерный список экзаменационных вопросов:

1. Случайные события и операции над событиями. Примеры
2. Вероятность и ее свойства. Примеры
3. Классическое определение вероятности. Примеры
4. Основные правила и формулы комбинаторики. Примеры
5. Геометрическое определение вероятности. Примеры
6. Условная вероятность. Независимые события. Примеры
7. Теоремы сложения и умножения. Примеры
8. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Примеры
9. Повторные независимые испытания. Формула Бернулли. Примеры
10. Локальная теорема Муавра–Лапласа. Примеры
11. Интегральная теорема Муавра–Лапласа. Примеры
12. Случайные величины и их законы распределения вероятностей. Примеры
13. Функция распределения и плотность распределения вероятностей случайных величин.
14. Числовые характеристики случайных величин. Математическое ожидание. Примеры
15. Числовые характеристики случайных величин. Дисперсия, среднее квадратическое отклонение. Примеры
16. Биномиальный закон распределения.
17. Нормальный закон распределения.
18. Закон распределения Пуассона
19. Равномерный закон распределения
20. Числовые характеристики случайных величин. Коэффициент асимметрии, эксцесс.
21. Генеральная и выборочная совокупности. Способы отбора. Примеры
22. Эмпирическая функция распределения. Полигон и гистограмма. Примеры
23. Статистические оценки параметров распределения. Несмещенные, эффективные и состоятельные оценки.
24. Статистические оценки параметров распределения. Генеральная и выборочная средние. Характеристики вариационного ряда: мода и медиана, размах варьирования

25. Генеральная и выборочная дисперсии. Исправленная выборочная дисперсия.
26. Точность оценки, доверительная вероятность. Доверительный интервал.
27. Доверительные интервалы для оценки математического ожидания нормального распределения. Пример
28. Статистические гипотезы. Нулевая и альтернативная гипотезы. Простые и сложные гипотезы. Ошибки 1-го и 2-го рода.
29. Статистический критерий. Наблюдаемое значение критерия. Критическая область. Область принятия гипотезы.
30. Мощность критерия. Параметрические и непараметрические критерии.
31. Критерий Манна-Уитни. Выявление различий в уровне исследуемого признака в случае 2 выборок. Пример
32. Задачи, требующие численного решения и допускающие численное решение. Типы решаемых задач. Методы эквивалентных преобразований, методы аппроксимации, прямые методы, итерационные методы, методы статистических испытаний.
33. Погрешности численных методов. Источники ошибок вычислений. Классификация ошибок. Абсолютная и относительная ошибки. Значащие цифры.
34. Погрешности вычислений: погрешности суммы, разности, произведения. Примеры
35. Погрешности вычислений: деления, возведения в степень, корня, функции. Примеры
36. Вычисление корней уравнений. Отделение корней уравнений. Метод Ньютона. Пример
37. Вычисление корней уравнений. Отделение корней уравнений. Метод секущих. Пример
38. Вычисление корней уравнений. Отделение корней уравнений. Метод половинного деления. Пример
39. Вычисление корней уравнений. Отделение корней уравнений. Метод простой итерации. Пример
40. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Матричная форма. определитель. Обратная матрица. Решение СЛАУ методом Крамера, матричным методом. Примеры
41. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Ранг матрицы, элементарные преобразования строк матрицы. Решение СЛАУ методом Гаусса (схема единственного деления). Примеры
42. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Решение СЛАУ методом Гаусса-Жордана. Пример
43. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Решение СЛАУ методом Гаусса с выбором ведущего элемента по столбцу и строке.
44. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Решение СЛАУ методом простой итерации. Пример
45. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Решение СЛАУ методом Зейделя. Пример
46. Интерполяция таблично заданной функции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Примеры
47. Интерполяция таблично заданной функции. Интерполяционный многочлен Ньютона. Примеры
48. Кусочно-полиномиальная аппроксимация. Примеры.
49. Статистическая обработка экспериментальных данных. Изучение зависимости между величинами. Виды зависимостей. Выбор вида зависимости. Определение параметров модели. Метод наименьших квадратов для линейной функции. Примеры
50. Сплайны и их свойства. Построение кубического интерполяционного сплайна. Пример

51. Методы численного интегрирования: методы левых, правых и средних прямоугольников. Примеры.
52. Методы численного интегрирования: метод трапеций. Примеры
53. Методы численного интегрирования: метод Симпсона. Примеры
54. Применение метода Монте-Карло для вычисления определенных интегралов. Примеры.
55. Дифференциальные уравнения в химии. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом Эйлера. Пример
56. Дифференциальные уравнения в химии. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты. Пример.

6.2. Критерии оценивания компетенций

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	**УК-1**. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**Знает:** методы, способы и особенности осуществления системного поиска информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов **Умеет:** анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие; определять, интерпретировать и ранжировать информацию, требуемую для решения поставленной задачи; аргументировать свои выводы; рассматривать и предлагать возможные варианты	Задачи, предложенные студенту для самостоятельного решения. Контрольные работы	**1.** Правильное понимание постановки задачи **2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов
			Устный опрос по темам 2 экзаменационных вопросов.	**1.** Правильность и полнота изложения информации **2.** Умение привести примеры, иллюстрирующие теоретические положения.
			Экзаменационная задача, предложенная студенту для самостоятельного решения.	**1.** Правильное понимание постановки задачи **2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов **5.** Способность студента ответить на дополнительные вопросы

		решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки		
2.	**ОПК-3**. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	**Знает:** о различных теоретических и полуэмпирических моделях химических систем и методах их исследования **Умеет:** использовать стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности; применять освоенные методы для изучения свойств теоретических и полуэмпирических моделей при решении задач химической направленности	Задачи, предложенные студенту для самостоятельного решения. Контрольные работы	**1.** Правильное понимание постановки задачи **2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов
			Устный опрос по темам 2 экзаменационных вопросов.	**1.** Правильность и полнота изложения информации **2.** Умение привести примеры, иллюстрирующие теоретические положения.
			Экзаменационная задача, предложенная студенту для самостоятельного решения.	**1.** Правильное понимание постановки задачи **2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов **5.** Способность студента ответить на дополнительные вопросы
3.	**ОПК-4**. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные	**Знает:** основные понятия, модели, законы и формулы изучаемых разделов математики, их физический смысл и возможности применения при решении задач	Задачи, предложенные студенту для самостоятельного решения. Контрольные работы	**1.** Правильное понимание постановки задачи **2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов

	результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	химической направленности **Умеет**: использовать базовые знания в области математики при планировании работ химической направленности; грамотно интерпретировать результаты химических наблюдений	Устный опрос по темам 2 экзаменационных вопросов.	**1.** Правильность и полнота изложения информации **2.** Умение привести примеры, иллюстрирующие теоретические положения.
			Экзаменационная задача, предложенная студенту для самостоятельного решения.	**1.** Правильное понимание постановки задачи **2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов **5.** Способность студента ответить на дополнительные вопросы
4.	**ОПК-5**. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	**Знает:** о нормах информационной безопасности в профессиональной деятельности; о современных IT-технологиях, используемых при сборе, анализе, обработке и представлении информации химического профиля **Умеет:** использовать современные IT-технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации химического профиля	Задачи, предложенные студенту для самостоятельного решения. Контрольные работы	**1.** Правильное понимание постановки задачи **2.** Обоснованный выбор метода решения **3.** Отсутствие математических ошибок **4.** Грамотность оформления решений и формулировок ответов

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

Коган, Е. А.. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / Е. А. Коган, А. А. Юрченко. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 250 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-014235-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1052969 (дата обращения: 07.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

7.2 Дополнительная литература:

1. Гулин, А. В. Введение в численные методы в задачах и упражнениях : учебное пособие / А. В. Гулин, О. С. Мажорова, В. А. Морозова. - Москва : АРГАМАК-МЕДИА : ИНФРА-М, 2019. - 368 с. - (Прикладная математика, информатика, информ. технологии). - ISBN 978-5-16-012876-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1032671 (дата обращения: 07.05.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Денежкина, И. Е. Численные методы. Курс лекций : учебное пособие / И. Е. Денежкина. - Москва : Финансовая академия, 2004. - 112 с. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/497545 (дата обращения: 07.05.2020). – Режим доступа: по подписке.
3. Новиков, А. И. Математические методы в психологии: Учебное пособие/А.И.Новиков, Н.В.Новикова, - 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 256 с.: - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011253-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/970004 (дата обращения: 07.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

7.3 Интернет-ресурсы:

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам http://window.edu.ru/.
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов http://fcior.edu.ru/.

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. ProQuest Dissertations &Theses Global / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: https://search.proquest.com/index.
2. Национальная электронная библиотека. URL: https://rusneb.ru.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:

- платформа для электронного обучения Microsoft Teams;
- программное обеспечение MS Office (MS Word, MS PowerPoint, MS Excel);
- Microsoft Imagine Academy: MS Visual Studio, MS SQL Server, ОС семейства MS Windows, MS Visio, MS Project;
- 1С: Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях;
- MATLAB Classroom + Academic (Simulink, Statistics, Symbolic, Optimization, Partial Differential Equation);
- Maple 16.

Свободно-распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:

- программное обеспечение LibreOffice;
- Дистрибутив Python Anaconda;

- СУБД MySQL.

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий с мультимедийным оборудованием для демонстрации лекций и доской для проведения практических занятий.

Компьютерный класс для практических занятий, оснащенный следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры. На ПК должно быть установлено необходимое программное обеспечение

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова/
01 июня 2020 г.

ФИЗИКА
Рабочая программа
для обучающихся по направлению 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Дружинина О.М. Физика. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Физика. [электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.utmn.ru/sveden/education/# .

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Дружинина О. М., 2020.

1. Пояснительная записка

Актуальностью изучения дисциплины является формирование целостной научной физической картины мира и естественно-научного мировоззрения и миропонимания.

Цель дисциплины: курс физики предназначен для усвоение студентами логически упорядоченных знаний о наиболее общих физических законах и моделях описания природы; использование этих знаний для формирования у студентов теоретического типа мышления; создание понятийной базы для изучения дисциплин, освещающих физико-химические методы анализа.

Задачи дисциплины:

- углубление, расширение и систематизация базовых представлений о физических понятиях, явлениях, законах, моделях, методах и технологиях исследования вещества;
- знакомство с основами современных физических теорий и границами их применимости;
- формирование навыков планирования и проведения физического, физико-химического эксперимента, обработки его результатов и определения погрешностей измерений;
-раскрытие взаимосвязи физических и химических наук как основ методов исследования веществ.

1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули) обязательной части учебного плана по направлению 04.03.01 Химия. Для её успешного изучения необходимы знания и умения, приобретенные (или приобретаемые параллельно) в результате освоения математических дисциплин, «Строение вещества и основы квантовой химии».

Освоение дисциплины «Физика» необходимо при последующем (или параллельном изучении дисциплин «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Физические методы исследования», а также для подготовки и написания выпускной квалифицированной работы.

1.2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые /функциональные)
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знает: понятия, модели, законы и формулы, научные методы физики, их теоретическое и экспериментальное обоснование, границы их применимости; роль науки в развитии цивилизации; законы и физики, химии Умеет: использовать основные положения и понятия научного знания для реферативной, учебной и исследовательской работы; планировать и проводить научные исследования; критически анализировать. Применять законы и методы физики и математики при решении задач теоретического, экспериментального и прикладного характера, выполнять физические измерения, обрабатывать и оценивать полученные результаты
ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием	Знает: физические основы методов для изучения свойств веществ и процессов с их участием Умеет: осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие. Подбирает правильные методы решения задачи с использованием вычислительной техники

современной вычислительной техники	
ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	Знает: основные понятия, модели, законы и формулы физики, их теоретическое и экспериментальное обоснование; знает структуру, основные методы, приёмы, алгоритмы и эвристики решения физических задач. Умеет: планировать работу по решению поставленной задачи, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения физических задач.
ПК-3. Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает: Физические законы и закономерности, явления и процессы, положенные в основу работы учебной и научной аппаратуры. Умеет: использовать технические средства для решения технологических задач, строить физико-математические модели для решения теоретических и экспериментальных задач в области физики и химии
ПК-6. Способен организовывать материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР	Знает: Структуру материально-технического сопровождения научно-исследовательских работ. Умеет: выбрать технические средства и методы испытаний для решения задач НИР и НИОКР

2.Структура и трудоёмкость дисциплины

Данная дисциплина читается в третьем и четвертом семестрах.

Таблица 1

Вид учебной работы		**Всего часов**	**Часов в семестре**	
			3	4
Общая трудоемкость	**зач. ед.**	**12**	**6**	**6**
	час	**432**	**216**	**216**
Из них:				
Часы аудиторной работы (всего):		**336**	**168**	**168**
Лекции		168	84	84
Практические занятия		104	52	52
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		64	32	32
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося		**96**	**48**	**48**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			зачет	экзамен

3. Система оценивания

Оценочные средства к каждой теме представляют собой комплекс задач и вопросов. Задачи по темам разбиты на два варианта. Количество задач в вариантах и их комбинация может варьироваться.

В течение семестра проводятся контрольные работы как итоговые контрольные точки по завершению темы. Они состоят из пяти задач, каждая из которых оценивается максимально на три балла. Максимальный балл за контрольную 15 баллов.

4. Содержание дисциплины.

4.1 Тематический план дисциплины

Таблица 2

№	Наименование тем и/ или разделов	Объем дисциплины(модуля),час.				
		всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные /практические занятия по подгруппам	
1	2		3	4	5	6
3 семестр						
1	Механика	72	28	16	12	0
2	Электричество	50	18	12	8	0
3	Магнитное поле Электромагнетизм	94	38	24	12	0
	Консультации и зачет	0	0	0	0	8*
	Итого (часов)	216	84	52	32	8*
4 семестр						
4	Молекулярная физика.термодинамика	72	28	16	12	0
5	Оптика	68	26	18	8	0
6	Элементы квантовой теории.основы атомной и ядерной физики.	76	30	18	12	0
	Консультации и экзамен	0	0	0		8*
	Итого (часов)	216	84	52	32	8*
	Всего (часов)	432	168	104	64	16*

** – учитывает контактную работу на консультации, зачете и экзамене.*

4.2 Содержание дисциплины(модуля) по темам

1. Механика

Относительность движения. Системы отсчета. Способы описания движения материальной точки. Путь, перемещение, скорость, ускорение. Кинематика движения по криволинейной траектории. Элементы кинематики твердых тел. Угловая скорость и угловое ускорение и их связь с линейными характеристиками движения.

Взаимодействие материальных тел. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Законы Ньютона. Уравнения движения. Принцип относительности Галилея. Понятие о специальной теории относительности Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Движение материальной точки в неинерциальных системах отсчета. Силы инерции.

Импульс материальной точки и системы материальных точек. Замкнутые системы. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Центр масс движения материальных точек и закон его движения. Работа сил. Кинетическая энергия материальной точки. Поле потенциальных сил. Потенциальная энергия взаимодействующих сил. Закон сохранения энергии в механике. Движение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Течение вязкой жидкости. Вращательное движение относительно неподвижной оси. Момент инерции твердых тел различной формы. Главные оси инерции. Теорема Штейнера. Момент силы. Момент импульса. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса. Гироскопический эффект Процессия гироскопа.

Гармонический осциллятор. Уравнение движения. Уравнение свободных колебаний. Применение модели гармонического осциллятора к колебаниям молекул. Затухающие колебания, их характеристики. Вынужденные колебания. Резонанс. Понятие о колебательных системах с многими степенями свободы. Нормальные колебания.

Уравнение монохроматической бегущей волны. Основные характеристики волн. Волновое уравнение. Поток плотности энергии. Принцип суперпозиции. Понятие об интерференции волн. Стоячие волны.

2. Электричество

Электрический заряд. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса. Диполь. Дипольный момент. Потенциал. Разность потенциалов. Проводник в электрическом поле. Распределение зарядов на проводнике. Электрическое поле внутри и вне проводника. Электрическая емкость. Конденсаторы. Энергия и плотность энергии электрического поля. Диэлектрик в электрическом поле. Поляризация диэлектрика. Вектор поляризации. Вектор электрического смещения (электрической индукции). Молекулярная картина поляризации диэлектрика.

Сила и плотность тока. Закон Ома. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца. Превращение энергии в электрических цепях. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Напряжение. Разветвленные электрические цепи. Правило Кирхгофа.

Классическая электронная теория проводимости. Уровень Ферми. Собственная и переменная проводимость полупроводников. Контактные явления на границе двух полупроводников с разными типами проводимости. Диоды, транзисторы. Контактная разность потенциалов. Работа выхода электрона. Термоэлектронные явления. Термоэлектронная эмиссия. Сверхпроводимость. Электролитическая диссоциация. Законы Фарадея для электролиза. Химические источники тока. Ионизация газов. Несамостоятельные и самостоятельные разряды. Плазма.

3. Магнитное поле. Электромагнетизм

Магнитное поле тока. Вектор индукции магнитного поля. Поток вектора через замкнутую поверхность. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Сила Лоренца. Явление Холла. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля (закон полного тока). Электромагнитная индукция. Закон Фарадея. Правило Ленца. Индуктивность. Самоиндукция. Взаимная индукция. Трансформатор. Энергия и плотность энергии магнитного поля. Магнитные свойства вещества. Молекулярные токи. Вектор намагниченности. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость. Напряженность магнитного поля. Диа-. пара-, и ферромагнетики. Представление о ядерном магнитном резонансе и электронном парамагнитном резонансе.

Свободные электрические колебания в контуре. Собственная частота. Вынужденные электрические колебания. Переменный ток. Условие квазистационарности. Закон Ома для цепей переменного тока с активным сопротивлением индуктивностью и емкостью. Реактивное сопротивление. Мощность переменного тока. Явление электрического резонанса.

Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной форме. Электромагнитные волны. Уравнение электромагнитной волны. Волновое уравнение. Скорость распространения электромагнитных волн. Энергия и импульс электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.

4. Молекулярная физика.

Предмет и методы молекулярной физики. Статистический метод описания системы ансамбля частиц. Статистические закономерности. Макроскопические и микроскопические параметры и состояния систем. Постулат равно вероятности. Идеальный газ как модель статистической системы. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Адиабатический процесс. Теплоемкость идеального газа. Распределение молекул идеального газа в поле потенциальных сил (распределение Максвелла). Барометрическая формула. Явление переноса: диффузия, теплопроводность и внутреннее трение.

Термодинамические системы. Термодинамичесий метод описания системы многих частиц. Внутренняя энергия идеального газа. Работа термодинамической системы. Количество теплоты. Первое начало термодинамики. Энтальпия. Циклические процессы. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия тепловых машин. Второе начало термодинамики. Третье начало термодинамики.

Силы межмолекулярного взаимодействия. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критические параметры. Эффект Джоуля-Томсона. Сжижение газов. Представление о структуре жидкости. Ближний порядок. Радиальная функция распределения. Поверхностные явления: поверхностное натяжение, смачивание, капиллярный подъем жидкости. Твердые тела. Ближний и дальний порядок расположения атомов. Кристаллические решетки. Фазовые переходы между агрегатными состояниями вещества. Уравнение Клайперона-Клаузиуса.

5. Волновая оптика.

Электромагнитная природа света. Шкала электромагнитных волн. Основные методы генерирования и анализа электромагнитных волн. Энергетические и фотометрические характеристики светового потока. Естественный и поляризованный свет

Законы геометрической оптики. Преломление на сферической поверхности. Тонкие линзы. Толстые линзы. Центрированные оптические системы. микроскоп и телескоп. Построение изображений в оптических системах. Аберрация оптических систем.

Суперпозиция плоских волн. Стоячие волны. Интерференция монохроматических волн. Двухлучевая интерференция. Основные интерференционные схемы. Разность хода. Разность фаз. Условия интерференционных максимумов и минимумов. Интерференция в тонких слоях. Многолучевая интерференция. Полосы равной толщины и равного наклона. Интерференционные приборы и их применение. Понятие о голографии.

Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на круглых отверстиях и экранах. Зонная пластинка. Пятно Пуассона. Дифракция Фраунгофера. Дифракция на щели. Дифракционная решетка. Разрешающая способность и дисперсия решетки. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке. Формула Вульфа-Бреггов. Рентгеноструктурный анализ. Рассеяние света. Формула Релея. Понятие о комбинационном рассеянии света.

Прохождение света через анизотропную среду. Двойное лучепреломление в анизотропных кристаллах. Построения Гюйгенса для одноосных кристаллов. Поляризация света при двойном лучепреломлении. Поляризационные фильтры. Искусственная анизотропия. Вращение плоскости поляризации.

Фазовая и групповая скорости. Нормальная и анормальная дисперсии. Электронная теория дисперсии. Комплексный показатель преломления. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Фотометрический метод анализа.

6. Элементы квантовой теории. Основы атомной и ядерной физики.

Лучеиспускательная и поглощательная способность тел. Законы Кирхгофа, Стефана Больцмана, Вина. Формула Релея-Джинса. Кризис классической теории излучения. Квантовый характер излучения. Формула Планка. Оптическая пирометрия.

Фотоэффект. Виды фотоэффекта. Внешний фотоэффект. Работы А.Г. Столетова. Уравнение Эйнштейна. Закон сохранения энергии и импульса в задаче упругого соударения фотона с электронами. Эффект Комптона. Давление света. Опыты П.И. Лебедева. Корпускулярно-волновая двойственность света. Опыты Девиссона и Джермера. Гипотеза Луи де Бройля. Свойства волн де Бройля. Статистический смысл волн де Бройля. Уравнение Шредингера. Волновая функция и ее статистическое толкование. Квантование энергии и момента импульса. Принцип неопределенности.

Эволюция модельных представлений об атоме. Атом Бора. Постулаты Бора. Спектры атомы водорода и щелочных металлов. Эффект экранирования ядра. Спин электрона. Векторная модель атома. Принцип Паули. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Природа рентгеновских лучей. Сплошное и характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли.

Элементарная квантовая теория излучения. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры. Инверсная заселенность. Условия генерации. Принцип работы и конструкции лазера. Свойства лазерного излучения. Принцип лазеров.

Состав ядра атома. Взаимодействие нуклонов в ядре. Ядерные силы. Модели атомного ядра. Энергия связи ядра. Дефект массы ядра. Естественная и искусственная радиоактивность. Законы радиоактивного распада. Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях. Деление ядер. Цепные реакции. Использование ядерной энергии. Экологические проблемы.

Основные виды элементарных частиц. Их характеристики. Методы излучения и регистрации. Типы взаимодействия. Систематика элементарных частиц.

Темы лабораторных работ.

Вводное занятие: Постанова и планирование физического эксперимента. Оформление лабораторного журнала отчета. Измерительные приборы. Математическая обработка результатов измерений.

1. Механика.

1. Проверка основного закона динамики вращательного движения с помощью маятника Обербека
2. Изучение затухающих колебаний
3. Определение модуля Юнга
4. Определение модуля сдвига методом кручения
5. Определение скорости звука в воздухе
6. Проверка уравнения Бернулли

2. Электричество.

1. Изучение вынужденных колебаний и явления резонанса в последовательном колебательном контуре
2. Проверка закона Ома для цепей переменного тока
3. Исследование затухающих колебаний в колебательном контуре

3. Магнетизм.

1. Измерение напряжённости магнитного поля соленоида на его оси
2. Изучение процесса намагничивания и наблюдение явления гистерезиса с помощью осциллографа
3. Изучение эффекта Холла

4. Молекулярная физика.

1. Изучение температурной зависимости давления насыщенных паров и определение скрытой теплоты испарения
2. Определение критической температуры

3. Определение влажности воздуха
4. Определение показателя адиабаты воздуха
5. Изучение распределения Максвелла-Больцмана для термоэлектронов
6. Определение поверхностного натяжения жидкости капельным методом

5. Волновая оптика.

1. Изучение дифракции в параллельных лучах.
2. Изучение явления вращения плоскости поляризации оптически активными веществами и определение концентрации вещества в растворе
3. Определение длины волны оптического квантового генератора.

6. Элементы квантовой теории. Основы атомной и ядерной физики.

1. Градуировка спектрометра и излучение сериальных закономерномерностей в спектре атома водорода.
2. Измерение температуры оптическим пирометром.
3. Определение постоянной Планк и работы выхода электрона из металла по внешнему фотоэффекту.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся.

Таблица 3

Планирование самостоятельной работы студентов

№ темы	Темы	Формы СРМ, включая требования к подготовке к занятиям
	3 семестр	
1.	Механика	Работа с лекционным материалом. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Разбор и решения задач. Подготовка к выполнению лабораторной работы.
2.	Электричество	Работа с лекционным материалом. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Разбор и решения задач. Подготовка к выполнению лабораторной работы.
3.	Магнетизм	Работа с лекционным материалом. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Разбор и решения задач. Подготовка к выполнению лабораторной работы.
	4 семестр	
4	Молекулярная физика. Термодинамика	Работа с лекционным материалом. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Разбор и решения задач. Подготовка к выполнению лабораторной работы.
5	Оптика	Работа с лекционным материалом. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Разбор и решения задач. Подготовка к выполнению лабораторной работы.
6	Элементы квантовой теории. Основы атомной и ядерной физики	Работа с лекционным материалом. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Разбор и решения задач. Подготовка к выполнению лабораторной работы.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине(модулю)

6.1 Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине

Набрав 130 баллов и выше, обучающийся получает в третьем семестре зачет по дисциплине без сдачи зачета, если:

-регулярно посещает лекции, семинары, лабораторные;

-регулярно выполняет и отчитывается по заданиям практических и лабораторных работ;

- успешно выполняет контрольные работы и коллоквиумы.

В противном случае сдает зачет по билетам, содержащим два вопроса и задачу

В четвёртом семестре обучающему предстоит экзамен по дисциплине.

Если по итогам работы за семестр, обучающийся набрал:

-130-163 балла- «удовлетворительно»

-164-196 балла- «хорошо»

-197-218 баллов- «отлично».

Если с оценкой по баллам студент не согласен. Он выходит на экзамен по билетам, в которых два вопроса и задача.

Примерные задания для текущего контроля

Раздел 1. Механика.

Задача 1.закон движения мт задан уравнениями:

1. $x = b\cos wt, y = b\sin wt, z = ct$

2. $x = e^t \sin t, y = e^t \cos t, z = e^t$

Где b,w,c – const. Определите уравнение траектории, скорость, ускорение мт, а также радиус кривизны траектории.

Задача 2

С башни высотой h = 30 м в горизонтальном направлении брошено тело с начальной скоростью v0 = 10 м/с. Определите: 1) уравнение траектории тела y (x); 2) скорость v тела в момент падения на землю; 3) угол, который образует эта скорость с горизонтом в точке его падения; 4) радиус кривизны траектории тела через t=2c после начала

Раздел. 2. Молекулярная физика.

Задача 1

Найдите температуру азота, при которой скоростям молекул v1 = 300 м/с и v2 = 600м/с соответствуют одинаковые значения функции распределения.

Задача 2

Используя функцию распределения молекул идеального газа по скоростям, найдите функцию распределения молекул по кинетическим энергиям и определите среднюю кинетическую энергию молекул.

Раздел 3. Электричество.

Задача 1

К батарее через переменное сопротивление r подключен вольтметр. Если сопротивление r уменьшить втрое, то показания вольтметра возрастут вдвое. Во сколько раз изменятся показания вольтметра, если сопротивление r уменьшить до нуля?

Задача 2

При замыкании источника электрического тока на сопротивление 5 ом по цепи течет ток 5 а, а при замыкании на сопротивление 2 ом идет ток 8 а. Найдите внутреннее сопротивление и эдс источника.

Раздел 4. Магнетизм

Задача 1

Ток силой 20 а проходит по длинному проводнику, согнутому под прямым углом. Найдите индукцию магнитного поля в точке, находящейся на биссектрисе этого угла на расстоянии 10 см от вершины угла.

Задача 2

Два круговых витка радиусом 4 см каждый расположены в параллельных плоскостях на расстоянии 10 см друг от друга. По виткам текут токи i1=i2=2 а. Определите индукцию магнитного поля на оси витков в точке, находящейся на равном расстоянии от них. Считайте, что 1) токи в витках имеют одинаковое направление;

2) токи в витках имеют противоположное направление.

Раздел v. Волновая оптика

Задача 1

В опыте юнга расстояние между щелями 1 мм, а расстояние от щелей до экрана равно 3 м. Определите: 1) положение первой светлой полосы; 2) положение третьей темной полосы, если щели освещать монохроматическим светом с длиной волны 0,5 мкм.

Задача 2

На плоскопараллельную пленку с показателем преломления 1,33 под углом 450 падает параллельный пучок белого света. Определите, при какой наименьшей толщине пленки зеркально отраженный свет наиболее сильно окрасится в желтый цвет (λ= 0,6 мкм).

Раздел 5 элементы квантовой теории. Основы атомной и ядерной физики

Задача 1

Основное состояние электрона в атоме водорода описывается волновой функцией вида, где - расстояние электрона от ядра, а- первый боровский радиус. Определите: 1) нормировочный коэффициент а; 2) среднее расстояние электрона от ядра <r>; 3) среднее значение квадрата расстояния электрона от ядра; 4) наиболее вероятное расстояние rв электрона от ядра < rв >.

Задача 2

Частица находится в прямоугольной потенциальной яме шириной с бесконечно высокими стенками. Найдите: 1) решение уравнения шредингера для этой системы; 2) среднее значение координаты частицы; 3) вероятность нахождения частицы в области.

Задача 3

Определите период полураспада радиоактивного изотопа, если 5/8 начального количества ядер этого изотопа распалось за время равное 849 с.

Примерные вопросы к промежуточной аттестации (зачёту, экзамену).

Раздел 1. Механика.

1. Система координат и системы отсчета. Модель материальной точки. Способы описания движения материальной точки.
2. Векторы перемещения, скорости и ускорения материальной точки. Угловая скорость и угловое ускорение вращательного движения твердого тела.
3. Законы динамики ньютона. Принцип относительности в механике галилея-ньютона.
4. Постулаты эйнштейна. Преобразования координат и времени лоренца. Преобразования галилея как предельный случай преобразования лоренца.
5. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Основное уравнение динамики материальной точки в неинерциальных системах отсчета.
6. Импульс частицы и системы частиц. Закон сохранения импульса. Центр масс системы частиц. Уравнение движения масс.
7. Импульс частицы и системы частиц. Закон сохранения импульса. Уравнение движения тела с переменной массой.
8. Кинетическая энергия частицы и системы частиц в механике. Потенциальная энергия частицы и системы частицы. Потенциальное поле.
9. Связь между потенциальной энергией и силой. Потенциальные кривые. Кривая зависимости потенциальной энергии двухатомной молекулы от межъядерных расстояний.

10. Кинетическая энергия твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Квантовый характер энергии вращательного движения молекул.

11. Момент инерции тела. Классификация молекул по их моментам инерции. Вычисление момента инерции двухатомных молекул.

12. Момент силы. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела.

13. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса.

14. Свободные оси вращения. Гироскоп. Прецессия гироскопа.

15. Гармонический осциллятор. Уравнение классического гармонического осциллятора.

16. Колебания двухатомной молекулы. Квантовый характер энергии молекулы.

17. Сложение гармонических колебаний.

18. Затухающие колебания.

19. Вынужденные колебания. Явления резонанса.

20. Волны в упругих средах. Волновое уравнение. Уравнение бегущей волны. Стоячие волны.

Раздел 2. Электричество.

1. Электрический заряд. Закон кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Электрический диполь. Электрическое поле диполя.

2. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема остроградского-гаусса.

3. Потенциальный характер электростатического поля. Потенциал и разность потенциалов. Связь между разностью потенциалов и напряженностью поля.

4. Электрическая емкость проводника. Конденсаторы. Энергия и плотность энергии электрического поля.

5. Поляризация диэлектрика, помещенного в электростатическое поле. Вектор поляризации. Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость. Вектор электрического смещения.

6. Молекулярная картина поляризации диэлектрика. Электронная, дипольная и ионная поляризация.

7. Формула клаузиуса-масотти.

8. Сила и плотность тока. Закон ома для участка цепи замкнутого контура. Закон ома в дифференциальной форме.

9. Работа и мощность электрического тока. Закон джоуля-ленца в дифференциальной и интегральной форме.

10. Условия существования постоянного электрического тока. Поле сторонних сил. Электродвижущая сила. Напряжение.

11. Расчет разветвленных электрических цепей с помощью правил кирхгофа.

12. Классическая электронная теория проводимости металлов и границы ее применимости.

13. Зонная теория проводимости. Уровень ферми.

14. Собственная и примесная проводимость полупроводников.

15. Контактная разность потенциалов. Контактные явления на границе двух полупроводников.

16. Термоэлектронные явления. Термоэлектронная эмиссия.

17. Ток в электролитах. Законы фарадея. Химические источники тока.

18. Электрический ток в газах. Плазма и ее основные характеристики.

Раздел 3. Магнетизм.

1. Магнитное поле тока. Вектор индукции магнитного поля. Поток вектора через замкнутую поверхность.

2. Законы ампера и био-савара-лапласа. Сила лоренца.

3. Эффект холла.

4. Теорема циркуляции вектора индукции магнитного поля (закон полного тока). Магнитное поле соленоида и тороида.

5. Явление электромагнитной индукции. Закон фарадея. Правило ленца. Максвелловская трактовка явления электромагнитной индукции.

6. Явление самоиндукции. Индуктивность контура. Явление взаимной индукции. Энергия магнитного поля.

7. Магнитное поле в веществе. Вектор намагничивания (намагниченность) магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Напряженность магнитного поля.

8. Связь магнитных и механических явлений. Гиромагнитные отношения для орбитальных и спиновых моментов электрона.

9. Прецессия атома. Диамагнетизм.

10. Парамагнетизм.

11. Ферромагнетизм.

12. Колебательный контур. Собственная частота контура. Свободные колебания.

13. Вынужденные электрические колебания. Векторная диаграмма для цепи с активным и реактивным сопротивлением.

14. Условные квазистационарности переменного тока. Закон ома для цепей переменного тока с омическим сопротивлением, индуктивностью и емкостью. Действующие значения силы тока и напряжения.

15. Резонансные явления переменного тока.

16. Ток смещения.

17. Электромагнитное поле, система уравнений максвелла.

18. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Скорость распространения электромагнитной волны. Вектор умова-пойтинга.

Раздел 4. Молекулярная физика.

1. Статистический метод описания многих частиц: статистическая система, макро- и микропараметры состояния, статистический ансамбль, постулат равновероятности.

2. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.

3. Уравнение состояние идеального газа менделеева-клайперона. Газовые законы.

4. Закон распределения энергии по степеням свободы молекул.

Закон распределения больцмана.

5. Закон распределения максвелла. Характеристики распределения молекул по скоростям.

6. Кинетические характеристики молекулярного движения: средняя длина свободного пробега, эффективное сечение столкновения молекул.

7. Процессы переноса в газах: диффузия, теплопроводность, внутреннее трение (вязкость).

8. Термодинамический метод описания системы многих частиц. Первое начало термодинамики. Работа и теплопередача – две формы изменения внутренней энергии термодинамической системы.

9. Адиабатический процесс. Уравнение пуассона. Политропические процессы в газах.

10. Круговые термодинамические процессы (циклы). Принцип работы тепловой машины. Цикл карно. Термодинамический коэффициент полезного действия цикла карно.

11. Формулировки томсона и клаузиуса второго начала термодинамики. Энтропия. Неравенство клаузиуса для произвольных циклов.

12. Изменение энтропии в процессах, протекающих в изолированных системах.

13. Статистический характер второго начала термодинамики. Третье начало термодинамики.

14. Термодинамические потенциалы. Химический потенциал.

15. Газ с молекулярным взаимодействием. Уравнение ван-дер-ваальса.

16. Изотермы ван-дер-ваальса. Переход вещества из газообразного состояния в жидкое.

17. Критическое состояние вещества. Критические параметры.

18. Фазовые переходы. Уравнение клайперона - клаузиуса. Тройная точка.

19. Поверхностные явления: поверхностное натяжение, смачивание, капиллярный подъем жидкости.

Раздел 5. Волновая оптика.

1. Электромагнитная природа света. Уравнение плоской электромагнитной волны. Шкала электромагнитных волн.

2. Энергометрические и фотометрические характеристики светового потока. Их единицы.

3. Оптимальные условия для наблюдения интерференции света.

4. Методы получения когерентных источников. Расчет интеференционной картины от двух источников.

5. Многолучевая интерференция. Полосы равной толщины и равного наклона. Кольца ньютона.

6. Эталон фабри-перо. Интерференционные приборы и их применение (интерференционные зеркала и фильтры, просветление оптики).

7. Интерферометры. Интерферометр майкельсона. Релея, жамена. Физические основы голографии.

8. Дифракция света. Принцип гюйгенса-френеля. Метод зон френеля.

9. Дифракция френеля на круглых отверстиях и экранах. Зонная пластинка.

10. Дифракция фраунгофера. Дифракция на щели.

11. Дифракционная решетка. Разрешающая способность и дисперсия решетки. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке. Формула вульфа-бреггов.

12. Рассеяние света. Формула релея.

13. Понятие о комбинационном рассеянии света.

14. Прохождение света через анизотропную среду. Двойное лучепреломление в анизотропных кристаллах. Постоянная гюйгенса в одноосных кристаллах.

15. Поляризация света при двойном лучепреломлении. Закон малюса. Поляризаторы: поляроиды, призма волластона, призма николя.

16. Получение и исследование эллиптически- поляризованного света. Пластинки в половину и четверть волны.

17. Искусственная анизотропия, ее применение. Вращение плоскости поляризации.

18. Нормальная и аномальная дисперсия. Основы электронной теории дисперсии.

19. Поглощение света. Закон бугера-ламберта-беера.

20. Фазовая и групповая скорости. Волновой пакет.

Раздел 6. Элементы квантовой теории. Основы атомной и ядерной физики.

1. Лучеиспускательная и поглощательная способность тел. Законы кирхгофа, стефана -больцмана, вина, формула релея-джинса.

2. Кризис классической теории излучения. Квантовый характер излучения. Формула планка. Оптическая пирометрия.

3. Виды фотоэффект. Внешний фотоэффект. Работы а.г. столетова. Уравнение эйнштейна.

4. Эффект комптона. Закон сохранения энергии и импульса в задаче упругого соударения фотона с электронами.

5. Корпускулярно-волновая двойственность света. Гипотеза луи де бройля. Опыты девиссона и джермера.

6. Свойства волн де бройля. Статистический смысл волн де бройля. Уравнение шредингера. Волновая функция и ее статистическое толкование.

7. Квантовая энергия и момент импульса. Принцип неопределенности.

8. Эволюция модельных представлений об атоме. Опыты резерфорда. Атом бора. Постулаты бора.

9. Спектры атома водорода и щелочных металлов. Эффект экранирования ядра.

10. Спин электрона. Векторная модель атома. Принцип паули.

11. Природа рентгеновских лучей. Сплошное и характеристическое рентгеновское излучение. Закон мозли.

12. Виды движений в молекуле. Гармонический и ангармонический осциллятор. Жесткий ротатор. Колебательные и вращательные спектры.

13. Элементарная квантовая теория излучения. Спонтанное и вынужденное излучение. Инверсная заселенность.

14. Лазеры. Принцип работы и конструкции лазера. Условия генерации. Свойства лазерного излучения. Применение лазеров.

15. Состав ядра атома. Взаимодействие нуклонов в ядре. Энергия связи ядра. Модели атомного ядра. Ядерные силы.

16. Естественная и искусственная радиоактивность. Законы радиоактивного распада. Деление тяжелых ядер.

17. Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях. Цепные реакции. Ядерные реакторы.

18. Основные виды элементарных частиц, их характеристики. Методы получения и регистрации. Типы взаимодействия. Систематика элементарных частиц.

Оценку за экзамен студент может получить согласно Положению о рейтинговой системе оценки успеваемости студентов в ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет».

6.2 Критерии оценивания компетенций

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	**УК-1**. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знает: понятия, модели, законы и формулы, научные методы физики, их теоретическое и экспериментальное обоснование, границы их применимости;	Устный опрос на занятиях. Контрольные работы, задачи для самостоятельного решения. Вопросы к зачету и экзамену.	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29

		роль науки в развитии цивилизации; законы и физики, химии Умеет: использовать основные положения и понятия научного знания для реферативной, учебной и исследовательской работы; планировать и проводить научные исследования; критически анализировать. Применять законы и методы физики и математики при решении задач теоретического, экспериментального и прикладного характера, выполнять физические измерения, обрабатывать и оценивать полученные результаты		«Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО ТюмГУ».
	ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	Знает: физические основы методов для изучения свойств веществ и процессов с их участием Умеет: осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие. Подбирает правильные методы решения задачи с использованием вычислительной техники		
	ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать	Знает: Основные понятия, модели, законы и формулы физики, их теоретическое и		

	полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	экспериментальное обоснование Знает структуру, основные методы, приёмы, алгоритмы и эвристики решения физических задач. Умеет: планировать работу по решению поставленной задачи, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения физических задач		
	ПК-3 Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает: Физические законы и закономерности, явления и процессы, положенные в основу работы учебной и научной аппаратуры. Умеет использовать технические средства для решения технологических задач, строить физико-математические модели для решения теоретических и экспериментальных задач в области физики и химии.		
	ПК-6 Способен организовывать материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР	Знает: Структуру материально-технического сопровождения научно-исследовательских работ. Умеет: выбрать технические средства и методы испытаний для решения задач НИР и НИОКР		

7.Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие / Сивухин Д.В. - Москва :ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 784 с.: ISBN 978-5-9221-0645-0. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/944829 (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 1: Механика / Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 560 с. ISBN 978-5-9221-1512-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/470189 (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 2: Термодинамика и молекулярная физика / Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - Москва :ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 544 с. ISBN 978-5-9221-1514-8. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/470190 (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

4. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 3: Электричество / Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - Москва :ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 656 с. ISBN 978-5-9221-1643-5. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/549781 (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

7.2 Дополнительная литература:

1. Копылова, О. С. Курс общей физики: Учебное пособие / Копылова О.С. - Москва :СтГАУ - "Агрус", 2017. - 300 с.: ISBN 978-5-9596-1290-0. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/975925 (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Канн, К. Б. Курс общей физики: Учебное пособие / К.Б. Канн. - Москва: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 360 с. - ISBN 978-5-905554-47-6. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/956758 (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

7.3 Интернет-ресурсы:

1. Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета Московского государственного университета http://lib.mexmat.ru

2. ELIBRARY – Научная электронная библиотека (Москва) http://elibrary.ru/

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: нет рекомендаций

8.Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости.)

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:

платформа для электронного обучения Microsoft Teams,

офисный пакет MS Office

Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:

FAR Manager

9.Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, а также помещения для самостоятельной работы студентов должны быть оснащены компьютерной техникой, мультимедийным оборудованием, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

Аудитории для лабораторного практикума, оснащённые следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель; штангенциркуль; микрометр; весы; массивная платформа с наклонной плоскостью и металлической рамкой; три металлических предмета (шарик, цилиндр и цилиндр с отверстием); универсальный маятник FPM-04; электронный миллисекундомер; горизонтальная платформа с вертикальными стойками; баллистический маятник; средний кронштейн: пружинный пистолет, прозрачный экран со шкалой и фотоэлектрический датчик, стальная проволока; маятник Обербека; шкиф с намотанной нитью, к концу которой привязана платформа; грузики; вертикальная стойка с линейной шкалой: верхний кронштейн с электромагнит и крепёжные детали для нитей, два фотодатчика (верхний и нижний); маятник Максвелла; стальные кольца с прорезью для нитей разных масс (3 шт.); стальная проволока с рамкой; средний кронштейн со шкалой, электромагнитом, фотоэлектрическим датчиком и блок питания; набор разных тел; блок управления; стойка; гироскоп; рычаг с грузиком; диск с угловой шкалой; А-образные стойки; индикатор часового типа; стержень; стремя с призмой; набор грузов; измерительная линейка; стержень; неподвижная муфта; вал; угломерное устройство; микрометр; нить с платформой; универсальный маятник FPM-04 с измененной конструкцией физического маятника; установка FRM-13; микрокомпрессор; трубка переменного сечения из оргстекла; платформа; зонд; два съёмных наконечника; микроманометр; термометр; барометр; труба; подвижный приёмник; электронный осциллограф С1-83; барометр; термометр; весы; установка для откачивания воздуха из сосуда; сосуд с трубкой и зажимом; воздушный термостат; нагревательный элемент; вентилятор; термистор; термопары; контрольный термометр; электротермометр ЭТП-2МТ; вольтметр В7-20; милливольтметр М198\37. Сосуд с газом; ручной насос; водяной манометр; кран; клапан; труба; подвижный приёмник; звуковой генератор ГЗ-33; электронный осциллограф С1-83; сосуд с исследуемой жидкостью. Магазин сопротивлений Р32; микроамперметр М1792; понижающий трансформатор ТР1; реостат; установка ФПТ1-4; электронный блок; установка ФПТ1-1; электронный блок; установка ФПТ1-3; электронный блок; осветитель; термостат; микропресс; спаи термопар; закрывающийся сосуд; манометр; термометр; вакуумный насос; нагреватель; трансформатор ЛАТР\1; осветитель; калориметр с теплоизолирующими стенками из пенопласта; пробирка с парафином; электрометр ЭТ-2МИ; конденсационный гигрометр; микрометрический шприц; подставка; стеклянный стакан; исследуемая жидкость; предметный столик; набор пластин; шприц; микроскоп; дистиллированная вода.

Оптическая скамья(2шт); осветитель; конденсор; объект-сетка; набор тонких линз (двояковыпуклая, двояковогнутая); экран; окуляр; объектив; предмет для исследования; микроскоп МБИ-1; объект-микрометр; микроскоп лабораторный поляризационный Микромед 3 Вар.3 Led M; образцы проволоки; лазер гелио-неоновый ЛГН-207А; экран с линзой; толстая стеклянная пластинка; выпрямитель селеновый ВС-4-12; щель; бипризма Френеля; окулярный микроскоп МИР-2; светофильтры; регулятор напряжения РШК; осветитель; конденсор; коллиматор; рабочая щель; светофильтры; собирающая линза; окулярный микроскоп МИР-3; лазер гелио-неоновый ЛГН-207В; лазер полупроводниковый; источник тока «Марс»; интерферометр ЛИР-1; гофрированный цилиндр переменного объема (сильфон); U-образный водный манометр; барометр-анероид; термометр; рефрактометр ИРФ-22; набор калиброванных смесей глицерина и воды; осветитель; оптический пирометр ОППИР-17Э; источник постоянного тока «АГАТ»; лампа накаливания; реостат; регулятор напряжения РШК; амперметр типа Э-59; вольтметр типа Э-59; фотоколориметр ФЭК-56М; набор кювет; набор окрашенных растворов гексацианоферрата; весы аналитические электронные GR-200; дифракционный монохроматор МУМ-2; источник света; вакуумный фотоэлемент; вольтметр-электрометр универсальный Б7-30; источник питания ВС-12; набор стеклянных пластинок; оптическая шайба с предметным столиком; осветитель; фотоэлемент Ф-107; совмещенный с поляризатором; люксметр типа Ю17; набор по поляризации света; лабораторный комплекс

ЛКК-2 НТЦ; осциллограф универсальный ОСУ-10В; вольтметр типа М2000.1; Амперметр типа М2000.8; спектрометр УМ-2; лампа ДРШ; спектральная водородная трубка; блок питания ЭПС-III; выпрямитель селеновый ВС-4-12; поляриметр СМ-3; набор кювет; набор растворов сахара и воды.

Осциллографы: С1-93, С1-83, С1-70, С1-137/1, С1-137/2, ОСУ-20, С1-73, ОСУ – 10А; генераторы Г3-112, Г6-46, Г3-120; соединительные провода; электрическая ванна; набор электродов; зонд; реохорд; осциллограф С1-93; вольтметр Mastech Ms 8201H Dmm; генератор Г3-120; магазин емкостей; реохорд; осциллограф С1-83; конденсатор неизвестной ёмкости; мультиметр Mastech Ms 8201H Dmm; катушка индуктивности эталонная; резистор; соединительные провода и коаксиальный кабель; источник питания постоянного напряжения НУ 3005 DC POWER SUPPLY; магазин сопротивлений Р33; источник ЭДС (ЖН-45) щелочной аккумулятор; магазин сопротивлений Р-33; два мультиметра Mastech Ms 8201H; соединительные провода; стенд с набором сменных панелей; выпрямитель В-24; мультиметр Mastech Ms 8217; вакуумный диод 2Ц2С; источник питания УИГ-1; амперметр 2,5÷5А; мультиметр Mastech Ms 8201H; потенциометр; лабораторный стенд; соленоид и измерительная катушка; датчик Холла; миллиамперметр 25÷50 мА; генератор Г3-33; блок питания БСП-5; лабораторный макет установки с трансформатором; диодом и конденсатором; двухканальный осциллограф С1-83; генератора Г3-112; коаксиальный кабель; катушка индуктивсти; два конденсатора; выпрямитель В-24; мультиметр Mastech Ms 8201H Dmm; Источник питания лабораторный автотрансформатор; ваттметр Д-57; амперметр 0,5÷ 1А; Набор нагрузочных сопротивлений (резистор, катушка, конденсатор); исследуемый контур (катушка индуктивности и конденсатор); магазин сопротивлений Р33; генератор Г6-46; лабораторный макет установки с трансформатором; диодом и конденсатором; две катушки индуктивности.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной
работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова
01 июня 2020 г.

СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА И ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ХИМИИ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Паничев С.А. Строение вещества и основы квантовой химии. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль:Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Строение вещества и основы квантовой химии [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Паничев С.А., 2020.

1. Пояснительная записка

Цели и задачи дисциплины:

1. Ознакомление с проблематикой науки о строении вещества и квантовой химии, ее целями и задачами, формами и методами.

2. Ознакомление с основными понятиями квантовой механики и квантовой химии.

3. Ознакомление с математическим аппаратом квантовой механики и квантовой химии.

4. Ознакомление с основными структурными представлениями, используемыми при описании атомов, молекул и конденсированных систем.

5. Освоение методов решения основных типов учебных задач: описание пространственной симметрии молекул, вычисления с векторами и матричными операторами, построение волновых функций молекул, анализ узловой структуры АО и МО, расчет энергетических диаграмм, зарядов атомов и порядков связей.

1.1. Место дисциплины в структуре в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в обязательную часть блока Б1 Дисциплины (модули) учебного плана по направлению 04.03.01 Химия. В информационном и логическом отношении курс основан на материале дисциплин «Общая химия», «Неорганическая химия». Обучающиеся должны предварительно знать: основные представления и законы общей химии и основные типы структурных моделей молекул. Освоение дисциплины «Строение вещества и основы квантовой химии» необходимо для изучения последующих дисциплин «Органическая химия», «Высокомолекулярные соединения», «Механизмы органических реакций», «Химические основы биологических процессов», выполнения выпускной квалификационной работы.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения:(знаниевые/функциональные)
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	**Знает** принципы структурализма и основные структурные модели объектов, являющихся предметом изучения в современной химии (атомы, молекулы, конденсированные структуры); экспериментальные основы, принципы и законы квантовой механики, являющиеся основой теоретических представлений в современной структурной химии.
	Умеет: грамотно применять структурные модели атомов, молекул, конденсированных структур для решения химических проблем (оценка реакционной способности, выбор методов синтеза и использования химических соединений).
УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципа образования в течение всей жизни.	**Знает** способы и приемы управления своим временем.
	Умеет выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципа образования в течение всей жизни.
ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.	**Знает** способы применения расчетно-теоретических методов для изучения свойств веществ и процессов с их участием
	Умеет использовать для указанной цели современную вычислительную и мультимедийную техники.

ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.	**Знает** способы и методы планирования работ химической направленности.
	Умеет обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.
ПК-2**.** Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	**Знает** современные методы информационной поддержки.
	Умеет оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	**Всего часов** (академические часы)	**Часов в семестре** (академические часы)
		3
Общий объем зач. ед.	**4**	**4**
час	**144**	**144**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	**102**	**102**
Лекции	34	34
Практические занятия	68	168
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**42**	**42**
Вид промежуточной аттестации:		экзамен

3. Система оценивания

3.1. Оценивание достижений обучающихся в течение семестра осуществляется на основе 100 бальной системы. Баллы начисляются студентам за следующие активности:

а) Контрольные опросы на лекциях. Проводятся в тестовой форме. Каждый опрос содержит 10 вопросов с выбором одного из четырех вариантов ответа (максимум — 50 баллов).

б) Самостоятельное решение понятийных и вычислительных задач (контрольные работы) (25 задач). У каждого студента свой вариант. За правильное решение начисляется до 2 баллов (максимум — 50 баллов).

По сумме баллов выставляется семестровая оценка: «удовлетворительно» (61 – 75 баллов), «хорошо» (76 – 90 баллов), «отлично» (91 – 100 баллов).

Студенты, набравшие определенное количество баллов в течение семестра, могут выставить экзаменационную оценку автоматом (61-75 баллов — удовлетворительно; 76-90 баллов — хорошо. 91-100 баллов — отлично. Студенты могут повысить рейтинговую оценку на устном экзамене.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1.	Основные понятия теории структур	16	4	8	0	0
2.	Математические структурные модели	16	4	8	0	0
3.	Физические структурные модели	16	4	8	0	0
4.	Субатомные структуры (элементарные частицы и атомные ядра)	16	4	8	0	0
5.	Одно- и многоэлектронные атомы	16	4	8	0	0
6.	Молекулы: электронная оболочка и ядерный остов	16	4	7	0	0
7.	Химическая реакционная способность молекул	16	4	7	0	0
8.	Молекулы во внешних полях	16	3	7	0	0
9	Межмолекулярные взаимодействия и макроструктуры	16	3	7	0	0
10	Консультации и экзамен	0	0	0	0	4
	Итого (часов)	**144**	**34**	**68**	**0**	**4***

** – учитывает контактную работу на консультации и экзамене.*

4.2. Содержание дисциплины *(модуля)* по темам

Тема 1. Основные понятия теории структур. Теоретические способы описания свойств и строения веществ. Континуально-эмпирические и корпускулярно-структурные теории. Структурный подход (структурализм) и структурные задачи. Основные понятия теории структур: частицы, взаимодействия, структуры, упорядоченность. Структурные уровни, их иерархия. Общие (инвариантные) свойства структур. Математический и физико-химический структурализм.

Моделирование как метод науки о строении вещества. Физико-химические и математические модели. Ограниченность и другие особенности структурных моделей.

Тема 2. Математические структурные модели. Точечные группы симметрии (ТГС) молекул: элементы и операции симметрии, групповая операция (композиция), таблица умножения группы, классификация ТГС. Классы эквивалентности и типы симметрии (неприводимые представления), их номенклатура, таблицы характеров. Физико-химические приложения ТГС: классификация и построение молекулярных орбиталей и нормальных колебаний, правила отбора и др.

Тема 3. Физические структурные модели. Свободная частица, частица в одномерном и трехмерном потенциальном ящике, плоский ротатор, одномерный гармонический осциллятор, многомерный осциллятор и метод нормальных колебаний, системы с двумя состояниями (на примере молекулярного иона водорода) и квантовомеханический резонанс. Волновые функции стационарных состояний и допустимые значения наблюдаемых для каждой модели. Статистические системы и их классификация: закрытые (отсутствие контактов с термостатом и резервуарами частиц), термостатированные (термический контакт с термостатом), открытые (диффузионный контакт с резервуаром частиц). Статистический ансамбль, его разновидности (микроканонический, канонический, большой канонический), статистические суммы, температура и химический потенциал.

Тема 4. Субатомные структуры (элементарные частицы и атомные ядра). Характеристики и классификация элементарных частиц: лептоны и кварки, цветовые взаимодействия, барионы и мезоны. Взаимные превращения элементарных частиц, законы сохранения. Античастицы. Атомные ядра. Характеристики ядер (нуклонный состав, зарядовое и массовое число, спин и магнитный момент, квадрупольный момент). Изотопы и изобары. Ядерные силы, их особенности, проблема стабильности ядер. Понятие об оболочечной модели ядра, энергетические уровни. Ядерная спектроскопия (ЯГР, ЯМР, ЯКР) и ее применение в химии. Ядерные реакции (α-распад, электронный и позитронный β-распады, К-захват, деление, синтез). Законы сохранения в ядерных реакциях.

Тема 5. Одно- и многоэлектронные атомы. Одноэлектронный атом. Стационарные состояния атома водорода. Волновые функции, их типы, узловая структура и симметрия, комплексное и действительное представление, радиальная и угловая части. Электронное облако, его форма и плотность. Наблюдаемые атома: энергия, орбитальный и спиновой моменты и их проекции, полный механический момент и его проекции, их допустимые значения. Квантовые числа (главное, орбитальное, спиновое, магнитное орбитальное и магнитное спиновое, квантовые числа полного механического момента). Многоэлектронные атомы (МЭА). Состав и типы взаимодействий в МЭА. Одноэлектронное приближение и орбитальная модель. Принцип Паули, электронная конфигурация. Построение глобальной волновой функции из атомных спин-орбиталей в виде определителя Слэтера. Понятие о методах оптимизации АО: метод самосогласованного поля, эффективный потенциал и хартри-фоковские АО, приближение центрального поля, модель Слэтера – Зенера. Глобальные характеристики МЭА. Орбитальные энергии и полная электронная энергия, кулоновские и обменные интегралы. Механические моменты: орбитальный, спиновой и полный, их квантовые числа, спин-орбитальное взаимодействие, *LS*- и *jj*-модели. Атомные термы, их обозначения. Расщепление термов за счет межэлектронных и спин-орбитальных взаимодействий, влияние слабого и сильного внешнего магнитного поля.

Тема 6. Молекулы: электронная оболочка и ядерный остов. Электронная оболочка молекул. Квантово-механическая модель молекулы и ее отношение к классической структурной модели. Типы механических движений в молекулах, разделение ядерных и электронных движений, приближение Борна – Оппенгеймера. Ядерная и электронная составляющие волновой функции молекулы. Понятие о поверхности потенциальной энергии молекулы. Электронная волновая функция, ее построение из одноэлектронных функций, методы ВС и МО. Выбор базисного набора и проблема его оптимизации. Вариант МО ЛКАО. Понятие о неэмпирических и полуэмпирических вариантах метода МО. Метод МО Хюккеля.

Орбитальная модель молекулы. Типы молекулярных орбиталей (канонические, локализованные, многоцентровые), их классификация по симметрии, узловой структуре, относительной энергии, заселенности. Электронная конфигурация молекулы. Орбитальные энергии (остовный и

резонансный интегралы) и полная энергия молекулы (кулоновские и обменные интегралы), понятие о конфигурационном взаимодействии. Расчет молекулярных характеристик в методе МО: электронная плотность и заряд атома, порядки связей, поляризуемости, индексы свободной валентности.

Ядерный остов молекул. Поверхность потенциальной энергии (ППЭ). Топология молекулы, топологические графы и матрицы. Пространственная конфигурация (форма) молекулы и ее определение, метод ОЭПВО. Структурно-нежесткие молекулы. Флуктуации структуры и их типы: таутомерные переходы, инверсии (пирамидальные, циклические, плоские), псевдовращения, конформационные повороты. ППЭ и химические формы.

Спиновые состояния ядерного остова молекулы. Построение и оптимизация спиновых волновых функций молекулы, понятие о спин-гамильтониане. Принципы ЯМР-спектроскопии. Колебания и вращения молекул. Колебательные и вращательные стационарные состояния, их энергии и квантовые числа. Модель нормальных колебаний. Взаимодействие с окружающей средой, колебательные и вращательные суммы по состояниям.

Тема 7. Химическая реакционная способность молекул. Химические реакции. Механическая модель элементарного химического акта (ЭА): траектория ЭА, энергетический профиль, потенциальный барьер, энергетический эффект и энергия активации. Вероятность ЭА и скорость химической реакции. Реакционная способность молекул, индексы реакционной способности. Адиабатические и неадиабатические реакции. Принцип сохранения орбитальной симметрии. Методы Вудворда – Хоффмана, Фукуи, Дьюара – Циммермана.

Тема 8. Молекулы во внешних полях. Постоянное электрическое поле: индукционная и ориентационная поляризуемость молекул. Постоянное магнитное поле: магнитная восприимчивость, диа- и пара-магнетизм молекул. Переменные поля: резонансные взаимодействия, молекулярная спектроскопия, ее типы и химические приложения, нерезонансные взаимодействия (рассеяние, преломление, вращение плоскости поляризации и другие эффекты). Применение в элементном и структурном химическом анализе.

Тема 9. Межмолекулярные взаимодействия и макроструктуры. Межмолекулярные взаимодействия, их типы и особенности. Структурирование макросистем. Равновесные структуры. Кристаллические и аморфные структуры, промежуточные типы. Описание геометрических и электронно-энергетических характеристик. Поверхность, особенности ее строения и свойств. Дефекты, их типы. Релаксационные процессы в макросистемах. Микроскопический механизм и направление релаксации. Релаксационные уравнения. Время релаксации и релаксационный спектр. Диссипативные структуры (ДС). Условия образования. Типы ДС: пространственные, временные, волновые. Устойчивость ДС, принцип Пригожина. Детерминированные и случайные аратеристики ДС. Квантовые эффекты в макросистемах: сверхтекучесть, сверхпроводимость, ферромагнетизм.

Типовые задания для текущего контроля

Примеры вопросов

Какова основная трудность в применении механического способа к описанию микроскопических объектов?

1) для микромира не годится сам механический способ описания и нужна совсем другие средства

2) в микромире действуют законы, неизвестные классической механике

3) в микромире нельзя использовать обычные измерительные приборы

Квантовомеханическая амплитуда — это:

1) одна из механических наблюдаемых

2) характеристика начального состояния микрообъекта

3) характеристика конечного состояния микрообъекта

4) вспомогательное число для вычисления вероятности перехода из начального состояния в конечное

Пример задачи для самостоятельного решения

Задача 1.3. Для указанной молекулы найти таблицу характеров и указать принадлежность к определенным типам симметрии:

а) компонентов вектора импульса

(трансляций): P_X, P_Y, P_Z

б) компонентов псевдовектора момента импульса (вращений): L_X, L_Y, L_Z

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Основные понятия теории структур	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2.	Математические структурные модели	Чтение обязательной и дополнительной литературы
3.	Физические структурные модели	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4.	Субатомные структуры	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5.	Одно- и многоэлектронные атомы	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6.	Молекулы: электронная оболочка и ядерный остов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
7.	Химическая реакционная способность молекул	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8.	Молекулы во внешних полях	Чтение обязательной и дополнительной литературы
9.	Межмолекулярныевзаимодействия и макроструктуры	Чтение обязательной и дополнительной литературы
10.	Механический способ описания.	Чтение обязательной и дополнительной литературы

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Студенты, набравшие определенное количество баллов в течение семестра, могут выставить экзаменационную оценку автоматом (61-75 баллов — удовлетворительно; 76-90 баллов — хорошо. 91-100 баллов — отлично. Студенты могут повысить рейтинговую оценку на устном экзамене. Экзаменационный билет включает в себя 2 вопроса и 1 задачу.

Пример билета

1. Основные понятия структурализма: частица, взаимодействие, структура. Структурные уровни и структурные задачи. Структурные модели.

2. Атомные ядра их состав и характеристики. Ядерные силы, устойчивость ядер. Нуклонные энергетические уровни, спектроскопия ЯГР. Ядерные реакции.

3. Событие может осуществиться двумя альтернативными способами, амплитуды которых равны $A_1 = 0{,}5 - 0{,}6i$ и $A_2 = 0{,}1 + 0{,}3i$. Найти вероятность этого события.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	УК-1. Способен осуществлять поиск,	Знает принципы структурализма и	Устный опрос,	Компетенция сформирована: при

	критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	основные структурные модели объектов, являющихся предметом изучения в современной химии (атомы, молекулы, конденсированные структуры); экспериментальные основы, принципы и законы квантовой механики, являющиеся основой теоретических представлений в современной структурной химии. Умеет: грамотно применять структурные модели атомов, молекул, конденсированных структур для решения химических проблем (оценка реакционной способности, выбор методов синтеза и использования химических соединений).	контрольные работы, вопросы и задачи к экзамену	правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
2	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципа образования в течение всей жизни.	Знает способы и приемы управления своим временем. Умеет выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципа образования в течение всей жизни.	Устный опрос, контрольные работы, вопросы и задачи к экзамену	
3	ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.	Знает способы применения расчетно-теоретических методов для изучения свойств веществ и процессов с их участием Умеет использовать для указанной цели современную вычислительную и мультимедийную техники.	Устный опрос, контрольные работы, вопросы и задачи к экзамену	
4	ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные	Знает способы и методы планирования работ химической направленности. Умеет обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с	Устный опрос, контрольные работы, вопросы и задачи к экзамену	

	результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.	использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.		
5	ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает современные методы информационной поддержки. Умеет оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Устный опрос, контрольные работы, вопросы и задачи к экзамену	

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Ширяев, А. К. Квантовая механика и квантовая химия: учебно-методическое пособие / А. К. Ширяев. — Квантовая механика и квантовая химия, 2025-02-06. — Электрон. дан. (1 файл). — Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017 — 121 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 06.02.2025 (автопролонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — URL:http://www.iprbookshop.ru/90518.html - (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке

2. Боженко, К. В. Основы квантовой химии: учебное пособие / К. В. Боженко. — Основы квантовой химии, Весь срок охраны авторского права. — Электрон. дан. (1 файл). — Москва: Российский университет дружбы народов, 2010 — 128 с. — Весь срок охраны авторского права. — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — URL:http://www.iprbookshop.ru/11404.html - (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке

7.2 Дополнительная литература:

1. Новиков, А. Ф. Строение вещества: электронные оболочки атомов. химическая связь. конденсированное состояние вещества. учебное пособие / А. Ф. Новиков. — Строение вещества, 2022-10-01. — Электрон. дан. (1 файл). — Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2013 — 93 с. — Лицензия до 01.10.2022. — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — URL:http://www.iprbookshop.ru/68156.html - (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке

7.3 Интернет-ресурсы:

http://biblioclub.ru
www.ximfak.ru/stroenie-veshhestva.html
www.chem.msu.su/rus/program
www.nwpi.ru/if/files/Nav/Ch/Lec/StructureChLec.pdf

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Межвузовская электронная библиотека (МЭБ);
Национальная электронная библиотека.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):

Работа в сети Интернет.

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:

Платформа для электронного обучения Microsoft Teams,

Офисный пакет MS Office.

Свободно распространяемые ПО, в том числе отечественного производства: FAR Manager.

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий. Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по
учебной работе
Института химии
_____/Т.М. Бурханова
01 июня 2020 г.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Лебедева Н.Н., Кулаков И.В. Органическая химия. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020. Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Органическая химия [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.

© Лебедева Н.Н., Кулаков И.В. 2020.

1. Пояснительная записка

Цель дисциплины: изучение современных теоретических представлений, экспериментальных методов исследования и синтеза в области органической химии, необходимых для освоения основной образовательной программы по направлению 04.03.01 Химия.

Задачи дисциплины: изучение и усвоение студентами следующих вопросов:

1. предмет органической химии и ее основные законы;
2. органические вещества, их состав, строение, методы исследования, классификация, методы синтеза, практическое использование;
3. органические реакции, их особенности, механизмы, классификация, способы проведения, практическое использование;
4. планирование и выполнение экспериментальных работ;
5. основные источники информации по органической химии.

1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Органическая химия» входит в обязательную часть блока дисциплин учебного плана по направлению 04.03.01 «Химия».

В информационном и логическом отношениях курс основан на материале дисциплин «Общая химия» и «Строение вещества».

Обучающиеся должны предварительно знать: основные представления и законы общей химии, структурные модели молекул, правила работы в химической лаборатории.

Освоение дисциплины «Органическая химия» необходимо для изучения последующих дисциплин «Высокомолекулярные соединения», «Механизмы органических реакций», «Химические основы биологических процессов», выполнения выпускной квалификационной работы.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)
1	2
ОПК-6. Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	**Знает:** способы представления результатов исследований с использованием программного обеспечения (Excel); особенности представления результатов исследований на различных уровнях
	Умеет: представлять полученные данные в виде отчетов; выделять наиболее значимые и необходимые для представления материалы
ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	**Знает:** химизм основных процессов органического синтеза, способы управления этими процессами с учетом расчетно-теоретических методов
	Умеет: с использованием расчетных данных обосновывать выбор условий синтеза и типа реакторов, обеспечивающие высокую активность и селективность
ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники	**Знает:** основы органического синтеза, общие физические и

безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	химические свойства органических веществ, правила техники безопасности
	Умеет: оценивать влияние различных факторов на протекание реакций с учетом механизмов; планировать многостадийные синтезы
ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	**Знает:** основы теории и практики применения лабораторного оборудования в органическом синтезе, правила техники безопасности, токсичность используемых реактивов
	Умеет*:* проводить синтез органических соединений по методикам и аналогам; определять физические константы синтезированных веществ. уточнять методики синтеза, дополнять их новыми примерами; применять компьютерные технологии при планировании синтезов и оформлении результатов
ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	**Знает:** основные базы данных справочной и основной литературы в области органического синтеза.
	Умеет: применять имеющиеся знания и литературные источники для постановки новых задач, предлагать возможные пути их решения.
ПК-3. Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	**Знает:** теоретические основы органического синтеза (механизмы превращений, особенности термодинамики и кинетики, катализаторы) и методов идентификации продуктов.
	Умеет: обосновывать выбор условий синтеза и тип установок, обеспечивающие высокую производительность и селективность конкретных синтезов
УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	**Знает:** основные правила построения и оформления доклада, презентации, этические принципы ведения научной дискуссии.
	Умеет: обосновывать задачи и цели исследования или обзора, делать заключения, формулировать и задавать вопросы; обсуждать конкретные проблемы органического синтеза на семинарах, студенческих научных конференциях и школах молодых ученых.

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	**Всего часов** (академические часы)	**Часов в семестре** (академические часы)	
		5	6
Общий объем зач. ед.	**14**	**7**	**7**
час	**504**	**252**	**252**
Из них:			
Часы аудиторной работы (всего):	**372**	**186**	**186**
Лекции	168	84	84
Практические занятия	0	0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	204	102	102
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**132**	**66**	**66**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Экзамен	Экзамен

3. Система оценивания

3.1. Контроль качества подготовки осуществляется путем:
- систематических опросов и тестирования;
- защиты лабораторных работ;
- проверки промежуточных контрольных работ по разделам дисциплины.

Студенты, набравшие баллы в течение семестра, могут выставить оценку согласно шкале: 61-75 баллов - удовлетворительно, 76-90 баллов - хорошо, 91 -100 баллов – отлично. В сумму баллов включается посещение занятий, защита работ, выполнение тестов, контрольных работ.

Студенты, не набравшие 61 балл или желающие повысить оценку сдают экзамен устно по билетам, включающим 2 теоретических вопроса и задачу (цепочка превращений органических веществ). В экзаменационные билеты включены 17 тем (5 семестр) и 13 тем (6 семестр) по основам органической химии, охватывающих весь теоретический и практический курс.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	**Наименование тем и/или разделов**	**Объем дисциплины (модуля), час.**				
		Всего	**Виды аудиторной работы** (академические часы)			**Иные виды контактной работы**
			Лекции	**Практические занятия**	**Лабораторные/ практические занятия по подгруппам**	
1	2	3	4	5	6	7
5 семестр						

1.	Теория строения органических соединений. Теория электронных смещений. Основы стереохимии	50	26	0	24	0
2.	Углеводороды алифатического ряда: алканы, алкены, алкины, диены	50	20	0	24	0
3.	Углеводороды циклического ряда: циклоалканы, арены	52	14	0	18	0
4.	Галогенпроизводные углеводородов. Металлороганические соединения	50	10	0	12	0
5.	Одно- и многоатомные спирты. Фенолы. Простые эфиры	50	14	0	24	0
	Консультации и экзамен					6
	Итого (часов) 5 семестр	252	84	0	102	6*
6 семестр						
6.	Карбонильные соединения	50	8	0	24	0
7.	Карбоновые кислоты и их производные	50	20	0	18	0
8.	Азотсодержащие функции: нитросоединения, амины, диазосоединения	52	20	0	18	0
9.	Углеводы. Аминокислоты, пептиды, белки	50	14	0	12	0
10.	Гетероциклические соединения. Нуклеиновые кислоты	50	22	0	30	0
	Консультации и экзамен					6
	Итого (часов) 6 семестр	252	84	0	102	6*
	Всего (часов)	504	168	0	204	12*

** – учитывает контактную работу на консультации и экзамене.*

4.2. Содержание дисциплины по темам:

5 семестр:

Тема 1. Введение. Органические вещества. Принципы номенклатуры.

Предмет органической химии и основные этапы ее развития. Природные источники органических соединений. Способы изображения молекул органических соединений: структурные и электронные формулы. Типы углеродного скелета, ациклические, циклические и гетероциклические соединения. Изомерия и ее виды. Гомология. Основные функциональные группы. Классификация органических соединений. Номенклатура органических соединений. Заместительная номенклатура, ИЮПАК. Понятия родоначальной структуры, характеристических групп. Названия нефункциональных заместителей, функциональных групп, предельных,

непредельных, ароматических радикалов. Старшинство функциональных групп. Основные правила составления заместительных названий органических соединений, выбор и нумерация главной цепи, правило наименьших локантов. Названия основных классов органических соединений, сложных поли- и гетерофункциональных соединений.

Тема 2. Строение органических молекул.

Основные положения теории строения органических соединений (А.М. Бутлеров), электронной теории, основные принципы квантовой органической химии. Валентность атомов. Типы гибридизации атома углерода в органических соединениях. σ- π -связи атомов углерода, физические характеристики связей: длина, валентные углы, энергия, полярность, поляризуемость, дипольный момент, потенциал ионизации. Гомолитический и гетеролитический разрыв связи.

Тема 3. Теория электронных смещений. Классификация реакция и реагентов

Электронные эффекты заместителей. Индуктивный и мезомерный эффекты и способы изображения этих эффектов. Примеры групп с +I, -I, +M и -M-эффектами. Эффект гиперконъюгации (сверхсопряжения). Влияние электронных эффектов заместителей на стабильность и реакционную способность органических соединений и промежуточных частиц. Резонансные структуры, правила их построения. Стехиометрические типы реакций. Промежуточные частицы (интермедиаты): радикалы, карбокатионы, карбанионы, карбены, нитрены. Электронное и пространственное строение промежуточных частиц. Кислоты и основания (Й. Бренстед, Г. Льюис). Константа кислотности pKa, константа основности pKb. Влияние заместителей в молекуле на кислотность и основность органических соединений. Теория жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО).

Тема 4. Основы стереохимии.

Способы изображения пространственного строения молекул с sp^3 гибридизованным углеродом: клиновидные проекции, “лесопильные козлы”, проекции Ньюмена. Конформации, конформеры. Заслоненная и заторможенная конформации. Асимметрический атом углерода. Хиральность, условия, необходимые для возникновения хиральности. Конфигурация, отличие от конформации. Оптическая изомерия, оптическая активность. Энантиомеры. Рацематы. Принцип R,S-номенклатуры. Определение порядка старшинства заместителей у хирального центра (правило Кана-Ингольда-Прелога).. Проекционные формулы (Э. Фишер). Их построение, правила пользования (для соединений с одним асимметрическим атомом углерода). Способы разделения рацематов. Соединения с двумя хиральными центрами. Построение проекций Фишера. Диастереомеры. Мезо-формы. Переход от одной проекционной формулы молекулы к другой. Представление об оптической изомерии соединений, не содержащих асимметрического атома углерода. Геометрическая изомерия соединений с двойной связью. Цис-, транс-; Z-, E- и син-, анти - номенклатура.

Тема 5. Алканы.

Гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Природные источники алканов. Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, синтез через литийдиалкилкупраты, электролиз солей карбоновых кислот, восстановление карбонильных соединений, из галогеналканов (реакция Вюрца, протолиз реактивов Гриньяра). Природа C-C и C-H связей в алканах. Конформации этана, пропана, бутана и высших алканов. Энергетическая диаграмма конформационного состояния молекулы алкана.

Химические свойства: реакции галогенирования (хлорирование, бромирование). Энергетика цепных свободнорадикальных реакций галогенирования. Нитрование (М.И. Коновалов), сульфохлорирование и окисление. Селективность радикальных реакций и относительная стабильность алкильных радикалов. Термический и каталитический крекинг.

Тема 6. Алкены.

Гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Геометрическая изомерия (цис-, транс- и Z-, E-номенклатура). Природа двойной связи. Методы синтеза: элиминирование галогеноводорода из алкилгалогенидов, воды из спиртов, дегалогенирование виц-дигалогеналканов, стереоселективное восстановление алкинов.

Химические свойства алкенов. Гетерогенное и гомогенное гидрирование алкенов. Электрофильное присоединение (AdE). Общее представление о механизме реакций. Стерео- и

региоселективность. Правило В.В. Марковникова. Галогенирование: механизм, стереохимия. Процессы, сопутствующие Ad_E -реакциям: сопряженное присоединение, перегруппировки промежуточных карбокатионов. Гидрогалогенирование. Гидратация. Гидрокси- и алкоксимеркурирование. Метатезис алкенов. Регио- и стереоселективное присоединение гидридов бора. Превращение бороорганических соединений в алканы, спирты, алкилгалогениды. Окисление алкенов до оксиранов (Н.А. Прилежаев) и до диолов по Вагнеру ($KMnO_4$) и Криге (OsO_4). Стереохимия гидроксилирования алкенов. Озонолиз алкенов, окислительное и восстановительное расщепление озонидов. Исчерпывающее окисление алкенов с помощью $KMnO_4$ или $Na_2Cr_2O_7$. Радикальные реакции: присоединение бромистого водорода по Харашу (механизм), присоединение H_2S, RSH и тетрагалогенметанов к алкенам и аллильное галогенирование. Полимеризация алкенов.

Тема 7. Алкины.

Гомологический ряд, номенклатура и изомерия. Природа тройной связи. Методы синтеза алкинов с помощью реакций отщепления, алкилирования терминальных ацетиленов. Получение ацетилена пиролизом метана.

Химические свойства алкинов. Электрофильное присоединение к алкинам. Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация алкинов (М.Г. Кучеров), присоединение карбоновых кислот. Восстановление алкинов до цис- и транс-алкенов. Гидроборирование алкинов, синтез альдегидов и кетонов. СН кислотность ацетилена. Ацетилениды натрия и меди. Магнийорганические производные алкинов (Ж.И. Иоцич): их получение и использование в органическом синтезе.

Конденсация терминальных алкинов с кетонами и альдегидами (А.Е. Фаворский, В. Реппе). Ацетилен-алленовая перегруппировка. Окислительная конденсация терминальных алкинов в присутствии солей меди. Циклоолигомеризация алкинов.

Тема 8. Алкадиены.

Типы диенов. Изолированные, кумулированные и сопряженные диены. Изомерия и номенклатура. Методы синтеза 1,3-диенов: дегидрирование алканов, синтез Фаворского-Реппе, кросс-сочетание на металлокомплексных катализаторах.

Бутадиен-1,3, особенности строения. Молекулярные орбитали 1,3-диенов.

Химические свойства 1,3-диенов. Галогенирование и гидрогалогенирование 1,3-диенов. 1,2- и 1,4-присоединение, энергетический профиль реакции, термодинамический и кинетический контроль. Полимеризация диенов. Натуральный и синтетический каучуки. Реакция Дильса-Альдера с алкенами и алкинами, стереохимия реакции и ее применение в органическом синтезе. Участие низших свободных (НСМО) и высших заполненных (ВЗМО) орбиталей реагентов в образовании переходного состояния реакции диенового синтеза.

Аллен. Строение аллена, реакции присоединения к алленам.

Тема 9. Алициклические Соединения.

Циклоалканы и их производные. Классификация алициклов. Энергия напряжения циклоалканов и ее количественная оценка на основании сравнения теплот образования и теплот сгорания циклоалканов и соответствующих алканов. Типы напряжения в циклоалканах и подразделение циклов на малые, средние циклы и макроциклы. Строение циклопропана, циклобутана, циклопентана, циклогексана. Конформационный анализ циклогексана. Аксиальные и экваториальные связи в конформации "кресло" циклогексана. Сравнение химических свойств циклоалканов Особенности химических свойств соединений с трехчленным циклом. Реакции расширения и сужения цикла при дезаминировании первичных аминов (Н.Я. Демьянов). Представление о природных полициклических системах терпенов и стероидов.

Тема 10. Ароматические Углеводороды.

Концепция ароматичности.

Строение бензола. Формула Кекуле. Молекулярные орбитали бензола. Аннулены. Аннулены ароматические и неароматические. Правило Хюккеля. Ароматические катионы и анионы. Конденсированные ароматические углеводороды: нафталин, фенантрен, антрацен, азулен и др. Антиароматичность на примере циклобутадиена, циклопропенил-аниона, катиона циклопентадиенилия. Критерии ароматичности: квантовохимический (сравнение расчетных

величин энергии делокализации на один ?-электрон), энергетический (теплоты гидрирования) и магнитный.

Получение ароматических углеводородов в промышленности - каталитический риформинг нефти, переработка коксового газа и каменноугольной смолы. Лабораторные методы синтеза: реакция Вюрца-Фиттига, алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу, восстановление жирноароматических кетонов (реакция Кижнера-Вольфа, реакция Клемменсена), протолиз арилмагнийгалогенидов.

Свойства аренов. Каталитическое гидрирование аренов, восстановление аренов по Бёрчу, фотохимическое хлорирование бензола. Реакции замещения водорода в боковой цепи алкилбензолов на галоген. Окисление алкилбензолов и конденсированных ароматических углеводородов до карбоновых кислот, альдегидов и кетонов.

Тема 11. Реакции Электрофильного Замещения В Ароматическом Ряду

Общие представления о механизме реакций: ?- и ?-комплексы, структура переходного состояния, аренониевые ионы в реакциях электрофильного замещения. Влияние природы заместителя на ориентацию и скорость реакции электрофильного замещения. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. Согласованная и несогласованная ориентация двух или нескольких заместителей в ароматическом кольце.

Нитрование. Нитрующие агенты. Механизм реакции нитрования. Нитрование бензола и его замещенных. Получение полинитросоединений. Понятие о ипсо-замещении в реакциях нитрования.

Галогенирование. Галогенирующие агенты. Механизм реакции галогенирования аренов и их производных.

Сульфирование. Сульфирующие агенты. Механизм реакции. Кинетический и термодинамический контроль в реакции сульфирования на примере фенола и нафталина. Обратимость реакции сульфирования. Превращения сульфогруппы.

Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты. Механизм реакции. Побочные процессы - изомеризация алкилирующего агента и конечных продуктов. Синтез диарил- и триарилметанов.

Ацилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Ацилирующие агенты. Механизм реакции. Региоселективность ацилирования.

Тема 12. Галогенпроизводные Углеводородов.

Изомерия, номенклатура. Способы получения из спиртов, алканов, алкенов; замещением атома галогена, хлорметилирование аренов.

Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода в алкилгалогенидах как метод создания связи углерод-углерод, углерод-азот, углерод-кислород, углерод-сера, углерод-фосфор. Классификация механизмов.

Реакции S_{N2}-типа. Кинетика, стереохимия, вальденовское обращение. Влияние природы радикала и уходящей группы субстрата, природы нуклеофильного агента и растворителя на скорость S_{N2} реакций.

Реакции S_{N1}-типа. Кинетика, стереохимия, зависимость SN_1 процесса от природы радикала, уходящей группы, растворителя. Карбокатионы, факторы, определяющие их устойчивость. Перегруппировки карбокатионов.

Реакции элиминирования. Классификация механизмов элиминирования: E_1, E_2 и E_{1cb}. Направление элиминирования. Правила Зайцева и Гофмана. Стереохимия элиминирования. Влияние природы основания и уходящей группы на направление отщепления.

Тема 13. Металлоорганические Соединения.

Литий- и магнийорганические соединения. Методы синтеза: взаимодействие металла с алкил- или арилгалогенидами. Строение реактивов Гриньяра, равновесие с диалкилмагнием (уравнение В. Шленка). Литий- и магнийорганические соединения в синтезе углеводородов, спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот. Диалкил- и диарилкупраты. Получение и применение этих комплексных соединений для синтеза предельных углеводородов, диенов.

Тема 14. Одноатомные Спирты.

Гомологический ряд, классификация, изомерия и номенклатура. Методы получения: из алкенов, карбонильных соединений, галогеналканов, сложных эфиров.

Свойства спиртов. Спирты, как слабые ОН-кислоты. Спирты, как основания Льюиса. Замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген (под действием галогеноводородов, галогенидов фосфора, хлористого тионила). Механизмы S_{N1}, S_{N2}, и стереохимия замещения, Дегидратация спиртов. Перегруппировки карбокатионов (ретропинаколиновая). Окисление первичных спиртов до альдегидов и карбоновых кислот, вторичных спиртов до кетонов. Реагенты окисления на основе хромового ангидрида и двуокиси марганца. Механизм окисления спиртов хромовым ангидридом.

Тема 15. Многоатомные Спирты.

Методы синтеза. Свойства: окисление, галогенирование, дегидратация. Окислительное расщепление 1,2-диолов (йодная кислота, тетраацетат свинца). Пинаколиновая перегруппировка. Глицерин.

Тема 16. Фенолы.

Методы получения: щелочное плавление аренсульфонатов, замещение галогена на гидроксил, гидролиз солей арендиазония. Кумольный способ получения фенола в промышленности.

Свойства фенолов. Фенолы как ОН-кислоты. Сравнение кислотного характера фенолов и спиртов, влияние заместителей на кислотность фенолов. Образование простых и сложных эфиров фенолов. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре фенолов: галогенирование, сульфирование, нитрование, алкилирование и ацилирование. Перегруппировка Фриса. Карбоксилирование фенолятов щелочных металлов по Кольбе. Формилирование фенолов по Реймеру-Тиману, механизм образования салицилового альдегида. Перегруппировка аллиловых эфиров фенолов (Л. Кляйзен). Окисление фенолов, в том числе пространственно затрудненных. Понятие об ароксильных радикалах.

Тема 17. Простые Эфиры.

Простые эфиры. Методы получения: реакция Вильямсона, алкоксимеркурирование алкенов, межмолекулярная дегидратация спиртов.

Свойства простых эфиров: образование оксониевых солей, расщепление кислотами. Окисление. Получение и свойства галогенэфиров. Виниловые эфиры их получение (из ацетилена и галогенэфиров). Краун-эфиры. Получение и применение в синтетической практике.

Оксираны. Способы получения. Раскрытие цикла в них под действием электрофильных и нуклеофильных агентов.

6 семестр:

Тема 1. Альдегиды и кетоны

Строение карбонильной группы, ее полярность и поляризуемость. Влияние природы и строения углеводородного радикала на активность карбонильной группы. Химические свойства. Общие представления о механизме нуклеофильного присоединения по карбонильной группе альдегидов и кетонов. Кислотность и основность карбонильных соединений. Кето-енольная таутомерия. *Реакции с нуклеофилами*. Взаимодействие со спиртами (полуацетали, ацетали, диоксаланы). Использование ацетальной группы для защиты карбонила. Реакция с бисульфитом натрия. Взаимодействие с пятихлористым фосфором. Образование циангидринов, бензоиновая конденсация. Присоединение Mg-органических соединений, присоединение ацетиленидов. Реакция Виттига. Образование оксимов, гидразонов, азинов и др. Взаимодействие с аминами и аммиаком: имины, уротропин, енамины. *Азотсодержащие производные карбонильных соединений*. Сходство электронного строения и химических свойств. Восстановление оксимов и Шиффовых оснований. Восстановительное аминирование карбонильных соединений. Оксимы: геометрическая изомерия, перегруппировка Бекмана, ее использование в синтезе капролактама. Образование нитрилов из альдоксимов.

Реакции, протекающие через стадию образования енольных форм. Кето-енольная таутомерия 1,3-дикетонов и 1,3-кетоэфиров. Влияние структурных факторов и природы растворителя на положение кето-енольного равновесия и зависимость его от соотношения СН и

OH кислотности кетона и енола. Двойственная реакционная способность енолят-ионов. Интерпретация данных в рамках теории ЖМКО. Реакция Кневенагеля. Альдольно-кротоновая конденсация, ее механизм при кислотном и основном катализе. Ограничения альдольно-кротоновой конденсации. Направленная альдольная конденсация разноименных альдегидов с использованием литиевых енолятов и кремниевых эфиров енолов. Алкилирование и ацилирование енаминов. Эффект винилогии. Аминометилирование альдегидов и кетонов (Манних).

Галогенирование и галоформное расщепление кетонов. *Окислительно-восстановительные превращения альдегидов и кетонов*. Окисление альдегидов до карбоновых кислот. Гомолиз связи CO-H в альдегидах. Синтез ароматических галогенангидридов. Окисление кетонов без разрыва и с разрывом углерод-углеродной связи. Окисление кетонов перкислотами (по Байеру-Веллигеру). Восстановление карбонильных соединений до спиртов, реагенты восстановления; восстановление C=O группы до CH2-группы: реакции Кижнера-Вольфа и Клемменсена. Образование металл-кетилов. Ион-радикальная димеризация альдегидов и кетонов. Диспропорционирование альдегидов (реакция С. Канниццаро).

α,β-*непредельные альдегиды и кетоны.* Реакции присоединения по двойной C=C связи и по карбонильной группе.

Тема 2. **Карбоновые кислоты**

Сравнение C-H кислотности и активности C=O группы альдегидов, кетонов и производных карбоновых кислот. Основные пути превращений. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Физико-химические свойства кислот: ассоциация, диссоциация. Кислотность, ее зависимость от индуктивных эффектов заместителей, от характера и положения заместителей в алкильной цепи и бензольном ядре. Галогенирование кислот по Геллю-Фольгарду-Зелинскому. Пиролитическая кетонизация, электролиз солей карбоновых кислот по А. Кольбе, декарбоксилирование по Хунсдиккеру.

Тема 3. Производные карбоновых кислот: галогенангидриды, ангидриды, кетен

Галогенангидриды. Получение с помощью галогенидов фосфора, тионилхлорида, оксалилхлорида, бензоилхлорида. Свойства: взаимодействие с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, аммиак, амины, гидразины, металлоорганические соединения). Восстановление до альдегидов по Розенмунду и комплексными гидридами металлов. Взаимодействие диазометана с галогенангидридами карбоновых кислот (реакция Арндта-Айстерта). *Ангидриды.* Методы получения: дегидратация кислот с помощью P_2O_5 и фталевого ангидрида; ацилирование солей карбоновых кислот хлорангидридами. Реакции ангидридов кислот с нуклеофилами. Реакция Перкина. *Кетен.* Получение и свойства.

Тема 4. Производные карбоновых кислот: сложные эфиры, амиды, нитрилы

Сложные эфиры. Методы получения: этерификация карбоновых кислот (механизм), ацилирование спиртов и их алкоголятов ацилгалогенидами и ангидридами, алкилирование карбоксилат-ионов, реакции кислот с диазометаном, алкоголиз нитрилов. Реакции сложных эфиров: гидролиз (механизм кислотного и основного катализа), аммонолиз, переэтерификация; взаимодействие с магний- и литийорганическими соединениями, восстановление до спиртов и альдегидов комплексными гидридами металлов; сложноэфирная (Л.Кляйзен) и ацилоиновая конденсации. *Амиды.* Строение амидной (карбамоильной) группы. Методы получения: ацилирование аммиака и аминов, пиролиз карбоксилатов аммония, гидролиз нитрилов, перегруппировка оксимов по Бекману. Синтез циклических амидов - лактамов. Свойства: гидролиз, восстановление до аминов, дегидратация амидов. Понятие о секстетных перегруппировках. Перегруппировки Гофмана, Курциуса. Взаимодействие амидов с азотистой кислотой (реакция Буво). *Нитрилы.* Методы получения: дегидратация амидов кислот (с помощью P2O5, SOCl2, POCl3), алкилирование цианид-иона. Свойства: гидролиз, аммонолиз, восстановление до аминов, взаимодействие с магний- и литийорганическими соединениями. Реакция Риттера, образование имидатов.

Тема 5. Двухосновные кислоты. α,β-Непредельные кислоты. Хиноны

Двухосновные кислоты. Методы синтеза: окислительное расщепление циклоолефинов и циклических кетонов, окисление полиалкилбензолов. Главные представители: щавелевая кислота, диэтилоксалат в сложноэфирной конденсации. Малоновая кислота: синтезы с малоновым эфиром,

реакция Михаэля, конденсации с альдегидами (Кнёвенагель). Ацетоуксусный эфир и его использование в органическом синтезе.Янтарная кислота, ее ангидрид, имид, N-бромсукцинимид. Адипиновая кислота. Конденсация Дикмана. Ацилоиновая конденсация эфиров дикарбоновых кислот как метод синтеза средних и макроциклов. Фталевая и терефталевая кислоты, промышленные методы получения. Фталевый ангидрид, фталимид, их использование в синтезе (синтез аминов по Габриэлю, антраниловой кислоты, трифенилметановых красителей, антахинонов). *a,b-непредельные кислоты, альдегиды и кетоны.* Реакции присоединения по двойной C=C связи и по карбонильной группе. Фумаровая и малеиновая кислоты. Получение о- и п-бензо- и нафтохинонов. Свойства хинонов: получение моно- и диоксимов, присоединение хлористого водорода, анилина, уксусного ангидрида, спиртов, реакция с диенами. Сопоставление свойств хинонов и a,b-непредельных кетонов. Восстановление хинонов. Хлоранил, его получение и использование для окисления. Хингидрон. Комплексы с переносом заряда (КПЗ). Семихиноны. Понятие об анион-радикалах. Гидрохинон как ингибитор свободно-радикальных реакций. Антрахинон: получение, представление о свойствах и применение. Ализарин.

Тема 6. Нитроалканы. Ароматические нитросоединения

Строение нитрогруппы. Свойства нитроалканов: кислотность и таутомерия, реакции нитроалканов с азотистой кислотой, галогенами, конденсация с карбонильными соединениями, восстановление в амины. Таутомерия нитросоединений и реакции аци-формы: гидролиз (реакция Неффа), перегруппировка в гидроксамовые кислоты. *Ароматические нитросоединения.* Восстановление нитроаренов в кислой и щелочной среде. Промежуточные продукты восстановления нитрогруппы (нитрозосоединения, арилгидроксиламины, азокси-, азо- и гидразосоединения). Бензидиновая перегруппировка. Образование комплексов с переносом заряда.

Общие представления о механизме нуклеофильного замещения.

1. Механизм отщепления-присоединения на примере превращения галогенбензолов в ароматические амины. Методы генерирования и фиксации дегидробензола. Строение дегидробензола.

2. Механизм присоединения-отщепления S_{NAr}, примеры реакций и активирующее влияние электроноакцепторных заместителей. Анионные комплексы Мейзенгеймера и их строение.

Тема 7. Амины. Ароматические амины

Классификация, изомерия, номенклатура аминов. Строение аминов, химические свойства. Амины как основания. Сравнение основных свойств ароматических и первичных, вторичных, третичных алифатических аминов. Влияние на основность аминов заместителей в ароматическом ядре. Алкилирование и ацилирование аминов. Термическое разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману. Взаимодействие первичных, вторичных и третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой. Окисление и галогенирование аминов. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре ароматических аминов, защита аминогруппы.

Тема 8. Диазосоединения

Общие представления об алифатических диазосоединениях. Диазометан, диазоуксусный эфир, a-диазокарбонильные соединения. *Ароматические диазосоединения*. Реакции диазотирования первичных ароматических аминов. Условия диазотирования в зависимости от строения амина. Механизм, природа нитрозирующего агента. Строение и устойчивость солей диазония. Кислотно-основные равновесия с участием катиона арендиазония. *Реакции диазосоединений с выделением азота*: замена диазогруппы на гидроксил-, галоген-, циан-, нитрогруппу и водород. Реакции арилирования ароматических соединений солями арендиазония (Гомберг). *Реакции диазосоединений без выделения азота*: восстановление до арилгидразинов, азосочетание. Азосочетание как реакция электрофильного замещения. Азо- и диазосоставляющие, условия сочетания с аминами и фенолами. Азокрасители.

Тема 9. . **Аминокислоты, пептиды, белки**

Номенклатура аминокислот. Способы получения. Природные аминокислоты. Хиральность аминокислот, образующих протеины. Кислотно-основные свойства, амфотерность аминокислот. Изоэлектрическая точка. Синтезы a-аминокислот и разделение рацемических форм.

Свойства аминокислот: по аминогруппе, карбоксилу, окисление аминокислот.

Номенклатура пептидов. Основные принципы синтеза полипептидов; защита аминогруппы и активация карбоксильной группы. Твердофазный синтез пептидов.

Общие принципы определения строения пептидов и белков. Первичная, вторичная и третичная структура белков. Понятие о ферментах и ферментативном катализе.

Тема 10. Нуклеиновые кислоты

Нуклеиновые основания, нуклеозиды и нуклеотиды. Первичная структура ДНК и РНК. Нуклеотидный состав ДНК и РНК. Вторичная структура ДНК. Биологическая функция ДНК. Виды РНК и ее роль в синтезе белка.

Тема 11. Углеводы

Моносахариды и полисахариды. Классификация и стереохимия моносахаридов. Альдозы (альдотреозы, альдопентозы, альдогексозы) и кетозы. Стереохимия альдоз и кетоз в проекциях Фишера. Циклические полуацетали альдогексоз - глюкопиранозы и глюкофуранозы. a- и b-Аномеры. Формулы Хеуорса для аномерных моносахаридов. Таутомерия циклических и открытых форм в растворах моносахаридов, мутаротация глюкозы. Конформации пиранозного цикла. Реакции моносахаридов. Получение гликозидов, как особой формы циклических ацеталей. Синтез простых и сложных эфиров моносахаридов. Окисление альдоз до альдоновых кислот, лактонизация альдоновых кислот. Исчерпывающее окисление моносахаридов иодной кислотой. Образование озазонов при взаимодействии с фенилгидразином. Синтез моносахаридов по Килиани-Фишеру и деградация по Волю-Руффу.

Дисахариды (биозы): мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Полисахариды - целлюлоза и крахмал.

Тема 12. Пятичленные гетероциклы

Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Фуран, тиофен, пиррол. Синтез из 1,4-дикарбонильных соединений (Пааль-Кнорр), синтез пирролов по Кнорру, взаимные переходы пятичленных гетероциклов (реакция Юрьева). Ароматичность. Реакции электрофильного замещения в пятичленных ароматических гетероциклах: нитрование, сульфирование, галогенирование, формилирование, ацилирование. Ориентация электрофильного замещения. Реакции, характеризующие фуран и пиррол как диены.

Индол. Синтез производных индола из фенилгидразина и карбонильных соединений (Фишер). Реакции электрофильного замещения в пиррольном кольце индола: нитрование, формилирование, галогенирование.

Тема 13. Шестичленные гетероциклы

Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин, хинолин, изохинолин. Синтез пиридинов по Ганчу. Синтез хинолина и замещенных хинолинов из анилинов по Скраупу и Дебнеру-Миллеру. Ароматичность пиридина, молекулярные p-орбитали пиридина. Пиридин и хинолин как основания. Реакции пиридина и хинолина с алкилгалогенидами. Окисление и восстановление пиридина и хинолина. Реакции электрофильного замещения в пиридине и хинолине: нитрование, сульфирование, галогенирование. N-Окись пиридина и хинолина и их использование в реакции нитрования. Нуклеофильное замещение атомов водорода в пиридине и хинолине в реакциях с амидом натрия (Чичибабин) и фениллитием. Активность метильной группы в 2- и 4-метилпиридинах и хинолинах. 2-Метилпиридины и хинолины как метиленовые компоненты в конденсациях с альдегидами.

Лабораторные работы

(5 семестр*)*

1. Фракционная перегонка

Студенты выполняют лабораторную работу по разделению смеси 2-х веществ путем фракционной перегонки. Контроль за ходом перегонки осуществляют по показаниям термометра и объему перегнанной жидкости. Проводят разделение смеси без и при помощи дефлегматора, оценивают эффективность. Строят кривую разгонки в координатах Ткип от V, определяют Ткип и показатель преломления. Делают вывод о составе исходной смеси.

2. Перегонка с водяным паром

Выполняется вариант двухфазной перегонки - перегонки с паром для очистки высококипящих органических веществ от нелетучих примесей. Студенты собирают прибор для перегонки с водяным паром, включающий парообразователь с водомерной трубкой, нагреватели, перегонную колбу, холодильник Либиха, алонж, приемники. используют 1 г *п*-броманилина, который после перегонки выделяют, сушат. Определяют выход и Тпл.

3. Возгонка, экстракция

Проводится эктрация гидрохинона или анилина из водного раствора. В качестве растворителя используется диэтиловый эфир. Экстрагируют небольшими объемами. Затем упаривают растворитель, выделяют чистое вещество, определяют его выход.

Проводят возгонку летучих твердых веществ, например, фталевого анигдрида 2 способами: в фарфоровой чашке, накрытой стеклянной воронкой и в вакуумном сублиматоре с пальчиковым холодильником. Определяют степень чистоты препарата.

4. Перекристаллизация

Студенты выполняют очистку препарата бензойной кислоты или ацетанилида перекристаллизацией. Проводят подбор растворителя. При затруднении в выборе чистых растворителей используют 2 смешивающихся друг с другом. Собирают прибор и проводят очистку. Отделяют чистое вещество от растворителя, сушат, определяют температуру плавления и степень чистоты.

5. Вакуумная перегонка

Проводят перегонку высококипящих органических веществ под уменьшенным давлением в вакууме водоструйного насоса. Собирают прибор, проверяют его на герметичность, заполняют перегоняемой жидкостью и проводят перегонку при нагревании, отбирая отдельные фракции. Используя номограмму, определяют Ткип.

6. Хроматографические методы в органической химии

Проводят выделение и идентификацию органических соединений хроматографическими методами. Выполняют опыты: препаративное хроматографическое разделение красителей на колонке с оксидом алюминия; разделение смеси красителей в незакрепленном слое оксида алюминия; разделение пигментов зеленого листа на пластинке "Силуфол".

7. **Элементный анализ органических соединений**

Проводят качественный элементный анализ органических соединений. Выполняют опыты: отношение органического вещества к нагреванию, открытие углерода и водорода, открытие азота, серы, галогенов, выполнение проб на серу, азот, галоиды, проведение пробы Бельштейна.

8. **Функциональный анализ органических соединений**

Студенты выполняют качественные реакции и получение производных углеводородов, галогенпроизводных углеводородов, спиртов, фенолов, карбонильных соединений, карбоновых кислот, алифатических и ароматических аминов и нитросоединений.

9. **Синтез сульфаниловой кислоты**

Проводят сульфирование анилина серной кислотой нагреванием на песчаной бане с постоянным встряхиванием и контролем температуры реакции, выделение полученного продукта, его очистку перекристаллизацией и определение основных констант.

10. Синтез 2,4,6-трибромаанилина

Проводят бромирование сульфаниловой кислоты при интенсивном прикапывании брома в установке, снабженной капельной воронкой и магнитной мешалкой. Продукт реакции отфильтровывают, сушат и идентифицируют.

11. Синтез *орто*- и *пара*-нитротолуолов

Проводят нитрование толуола нитрующей смесью на установке, снабженной мешалкой, термометром и капельной воронкой. Полученные изомеры разделяют, очищают перегонкой и идентифицируют.

12. Синтез *пара*-бромацетанилида

Проводят бромирование ацетанилида с использованием склянки Вульфа и водоструйного насоса с последующим выделением, очисткой и идентификацией продукта бромирования.

13. **Синтез бромэтана**

Проводят в установке для фракционной перегонки из этанола, бромида калия и концентрированной серной кислоты. Смесь нагревают на песчаной бане, собирая продукт реакции в приемник при охлаждении. Полученный бромэтан очищают перегонкой.

14. Синтез ди-н-бутилового эфира

Синтез выполняют в установке, состоящей из одногорлой колбы и насадки Дина-Старка. Бутиловый спирт нагревают в присутствии концентрированной серной кислоты до выделения определенного количества воды. Продукт нейтрализуют и подвергают очистке.

15. Синтез диоксана

Проводят нагревание этиленгликоля с серной кислотой в колбе, снабженной дефлегматором, термометром нисходящим холодильником. Продукт реакции выделяют, сушат и перегоняют.

16. Синтез бутилнитрита

Синтез проводят при интенсивном перемешивании смеси бутилового спирта, нитрита натрия и концентрированной серной кислоты при охлаждении. Продукт выделяют, подвергают очистке перегонкой и идентифицируют.

17. Синтез ацетона

Работа предполагает окисление изопропилового спирта хромовой смесью в колбе, снабженной капельной воронкой и обратным холодильником. Продукт реакции выделяют перегонкой и идентифицируют.

6 семестр

1. **Синтез (Z)-4-аминопент-3-ен-2-она (енамин ацетилацетона)**

Студенты выполняют лабораторную работу по синтезу (Z)-4-аминопент-3-ен-2-она (енамин ацетилацетона).

2. **Синтез бензоилацетона**

Студенты выполняют по прописи синтез бензоилацетона по реакции Клайзена, исходя из ацетофенона, этилацетата и натрия в эфире.

3. **Синтез этилового эфира муравьиной кислоты**

Студенты выполняют по прописи синтез этилового эфира муравьиной кислоты (этерификация муравьиной кислоты этанолом в присутствии хлористого кальция).

4. **Синтез этилового эфира монохлоруксусной кислоты**

Студенты выполняют по прописи синтез этилового эфира монохлоруксусной кислоты (этерификация хлоруксусной кислоты этанолом в присутствии серной кислоты).

5. **Синтез амида монохлоруксусной кислоты**

Студенты проводят по прописи синтез амида монохлоруксусной кислоты, исходя из ранее полученного эфира хлоруксусной кислоты и раствора аммиака.

6. **Синтез оксима циклопентанона (или циклогексанона)**

Студенты выполняют синтез по прописи оксим циклопентанона из циклопентанона и гидрохлорида гидроксиламина при растирании в ступке с поташом.

7. **Синтез 2-нитроацетофенона (1 часть)**

Студенты проводят синтез 2-нитроацетофенона по прописи. Синтез проводится в две стадии. На первом этапе проводят нитрозирование стирола в двухфазной среде (бензол-водный раствор соляной кислоты) раствором нитрита натрия при охлаждении с получением стиролпсевдонитрозита.

8. **Синтез 2-нитроацетофенона (2 часть)**

Студенты проводят синтез 2-нитроацетофенона по прописи из полученного ранее на 1 стадии стиролпсевдонитрозита.

9. **Синтез симметричного 1,4-дигидропиридина**

Студенты проводят по прописи (с применением в качестве источника формальдегида - уротропина) синтез 3,5-диацетил-2,6-диметил-1,4-дигидропиридина.

10. **Синтез симметричного 1,4-дигидропиридина**

Студенты проводят по другой прописи (с применением в качестве источника формальдегида - формалина) синтез 3,5-диацетил-2,6-диметил-1,4-дигидропиридина.

11. **Синтез диазоаминобензола**

Студенты проводят по прописи синтез диазоаминобензола реакцией диазотирования анилина.

12. **Синтез *п*-аминоазобензола**

Студенты проводят по прописи синтез *п*-аминоазобензола из полученного ранее диазоаминобензола и анилина

13. **Синтез сульфаниловой кислоты**

Студенты проводят по прописи сульфирование анилина концентрированной серной кислотой при температуре 180 градусов в течение 2 часов.

14. **Синтез 3,5-диацетил-2,6-диметилпиридина**

Студенты проводят по прописи синтез 3,5-диацетил-2,6-диметилпиридина, используя окислительную ароматизацию ранее синтезированного 3,5-диацетил-2,6-диметил-1,4-дигидропиридина.

15. **Синтез 2-гидрокси-1-нафтальдегида**

Студенты проводят по реакции Реймера-Тимана формилирование 2-гидроксинафталина хлороформом в присутствии щелочи.

16. **Синтез 3-ацетил-2-метил-5-нитро-6-фенил-1,4-дигидропиридина**

Студенты проводят по приведенной оригинальной авторской прописи мультикомпонентный синтез несимметричного 1,4-дигидропиридина из ранее полученного 2-нитроацетофенона, ацетилацетона, уротропина и ацетата аммония в ледяной уксусной кислоте.

17. **Синтез 2-метилхинолин-4(1*H*)-она**

Студенты проводят по прописи синтез производного хинолина (по реакции Комба) исходя из анилина и ацетоуксусного эфира.

Типовые задачи для текущего контроля.

1. При сжигании 0,73 г органического вещества с Т.кип. = 153 °С. получили 672 мл CO_2, 112 мл N_2 и 0,63 г H_2O (н.у.). Идентифицировать вещество.
2. Анализ органической кислоты показал, что массовые доли элементов в ней составляют ω(C) = 40 %, ω(H) = 6,7 %. При 200 °С и атмосферном давлении 10 мг этой кислоты занимают объем 6,47 мл. Какова молекулярная формула соединения? Каковы его Т.кип., Т.пл., n_D^{20}?
3. По брутто-формуле органического соединения написать все возможные структурные формулы, согласующиеся с валентностями атомов. Для полученного набора изомеров указать: классы, к которым можно отнести данное соединение; типы изомерии; название, отражающее наличие функциональных групп и радикалов в составе молекулы.
4. По заданной структурной формуле построить рациональное и систематическое названия вещества.
5. Изобразить структурные формулы веществ по их систематическим или Рациональным названиям.
6. Перечислить экспериментальные методы, которые можно использовать для доказательства строения указанных органических соединений.
7. Для заданной молекулы построить формулу Льюиса и для этой формулы указать: поделенные и неподеленные электронные пары, лакуны ("дырки"), неспаренные электроны.
8. Для заданной молекулы: описать геометрическую форму с указанием линейных, плоских и тетраэдрических фрагментов, указать число стереоизомеров, определить наличие или отсутствие оптической активности, оценить наличие стерических напряжений:
9. По заданной структурной формуле построить орбитальную модель молекулы и указать для нее: типы перекрывающихся атомных орбиталей и их гибридизацию, тип симметрии связей:
10. Написать стереохимические формулы всех возможных стереоизомеров, отметить пары энантиомеров и мезоформы. Указать, какие изомеры будут обладать оптической активностью.

11. Нарисовать кривую изменения потенциальной энергии в зависимости от угла поворота для указанной молекулы.

12. Изобразить графически электронные смещения в указанных молекулах. Классифицировать электронные смещения по их механизмам и видам эффектов. Обозначить возникающие при этом заряды, кислотные и основные (по Льюису), нуклеофильные и электрофильные центры.

13. Изобразить строение некоторой молекулы (иона) с помощью набора резонансных структур и резонансного гибрида.

14. Расположить в ряд по изменению полярности (дипольных моментов) указанный набор растворителей.

15. Расположите растворители, приведенные в условии задачи 14, по изменению их кислотно-основных свойств.

16. Какие из указанных веществ, перечисленных в первом ряду, должны при нормальных условиях обладать заметной растворимостью в растворителях, перечисленных во втором ряду.

17. Трифенилхлорметан (ТФХМ) — бесцветное соединение, так же, как и его растворы в бензоле, эфире, ацетонитриле, нитробензоле. Растворы же в м-крезоле и жидком диоксиде серы имеют интенсивный желтый цвет и характерную полосу поглощения около 430 нм, которая отсутствует в остальных бесцветных растворах. Раствор в диоксиде серы, в отличие от раствора в м-крезоле, проводит электрический ток. Объясните эти факты.

18. Константа кислотности уксусной кислоты в воде ($\varepsilon = 78{,}5$) в 10^6 раз больше, чем в безводном этаноле ($\varepsilon = 24{,}3$), в то время как константа кислотности пикриновой кислоты при переходе от этанола к воде увеличивается всего лишь в 1500 раз. Объясните эти данные.

19. Составить уравнения для предложенной схемы химических превращений. Отнести каждую реакцию к определенному стехиометрическому типу, указать тип возможного механизма.

20. Константа равновесия реакции гидролиза этилацетата равна 2. Начальные концентрации: этилацетата — 0,02 моль/л; воды — 0,1 моль/л. Какова доля (в %) превратившихся исходных веществ? Укажите способы увеличения степени превращения этилацетата.

21. Реакция взаимодействия бромистого этила и третбутилхлорида с гидросульфидом натрия протекает в соответствии со схемами:

$$(CH_3)_3C{-}Br \underset{-\,Br^-}{\overset{\text{медл.}}{\rightleftharpoons}} (CH_3)_3C^{\oplus} \xrightarrow{\bar{S}H} (CH_3)_3C{-}SH$$

Выведите закон скорости и определите порядок для каждой реакции

22. Оценить, во сколько раз увеличатся скоростей следующих реакций при увеличении температуры на 50 °С:

$Cl\bullet + CH_3{-}H \longrightarrow HCl + \bullet CH_3$ $\quad E_A = 15$ кДж/моль.

$Br\bullet + CH_3{-}H \longrightarrow HBr + \bullet CH_3$ $\quad E_A = 60$ кДж/моль.

23. Иодалканы легко восстанавливаются до алканов действием иодоводорода (на свету, при нагревании), в то время как хлоралканы в аналогичную реакцию не вступают. Объясните различия в реакционной способности на основе энергетических представлений.

24. Какой из перечисленных ниже растворителей целесообразнее использовать при получении н-бутилазида по реакции:

$NaN_3 + CH_3CH_2CH_2CH_2{-}Br \longrightarrow CH_3CH_2CH_2CH_2{-}N_3 + NaBr$

Растворитель	Толуол $C_6H_5CH_3$	Метанол CH_3OH	Ацетон CH_3COCH_3	Формамид $HCONH_2$	Диметилацетамид $CH_3CON(CH_3)_2$
μ	0,4	1,65	2,7	3,4	3,8
ε	2,4	32,6	20,7	101,5	36,7

25. Какой катализатор — кислотный или основной — целесообразнее использовать при синтезе *п*-нитростирола из 2-(*п*-нитрофенил)-этанола? Рассмотрите возможные механизмы реакции.

26. Расположить в ряд по возрастанию устойчивости следующие свободные радикалы: $(CH_3)_3C•$, $(CH_3)_2CH•$, $Ph_3C•$, $PhCH_2•$, $CH_3•$, $CH_2=CH-CH_2•$.

27. Каково соотношение изомерных монозамещенных продуктов в реакции хлорирования 2-метилбутана при 25°С, если относительные реакционные способности первичных, вторичных и третичных С–Н-связей при этой температуре задаются соотношением 1: 3,8: 5,2?

28. При нитровании изобутана азотной кислотой в газовой фазе при 450 °С образуется 65 % первичного и 7 % третичного нитросоединения. Каковы относительные скорости замещения первичных и третичных атомов водорода в этих условиях? Как объяснить такой результат?

29. При хлорировании пропана были выделены 4 продукта-изомера (А, Б, В, Г) с формулой $C_3H_6Cl_2$. Каждый из изомеров хлорировался дальше. Из А образовалось одно трихлорпроизводное, из Б — два, из В и Г — по 3. Укажите структурные формулы соединений А, Б, В, Г и продуктов их хлорирования.

30. Раствор хлора в тетрахлорэтилене может сохранятся в темноте длительное время, однако при его освещении солнечным светом быстро образуется перхлорэтан. В присутствии кислорода эта реакция сильно замедляется. Объясните происходящие явления и напишите все стадии процесса.

31. Напишите схемы реакций октена-1 с бромоводородом, хлороформом и уксусным альдегидом, идущих в присутствии пероксидов.

32. Расположите в ряд по возрастанию устойчивости следующие карбокатионы: $[CH_2=CH]^-$, $[(CH_3)_2C\text{-}OCH_3]^-$, $[C(C_6H_5)_3]^-$, $[C_6H_5]^-$, $[C_2H_5]^-$, $[CH_3]^-$, $[(CH_3)_3C]^-$, $[CH_3\text{-}C=O]^-$, $[(CH_3)_2CH]^-$, $[CH_2=CH\text{-}CH_2]^-$.

33. Расположите в ряд по возрастанию реакционной способности следующие субстраты электрофильных реакций:

а) бромэтилен, этилен, 1,1-диметилэтилен, акриловая кислота;

б) бензол, ацетофенон, бензальдегид, нитробензол, анилин.

34. Какие продукты преимущественно образуются в результате реакций присоединения, протекающих в полярном растворителе:

а) хлороводорода к $CH_3–CH=CH_2$, $CF_3–CH=CH_2$, $CH_2=CHF$;

б) воды к 1,2-диметилциклогексену?

35. Какие продукты получаются при взаимодействии эквимолярных количеств брома и гексатриена-1,3,5 (Т <0 °С)?

36. Назовите соединения, образующиеся при алкилировании бензола хлористым металлилом (3-хлор-2-метилпропен-1) в присутствии концентрированной серной кислоты или хлористого алюминия.

37. Составьте схемы превращений, используя электрофильные реакции:

а) изобутилен → 2,4,4-триметилпентандиол-1,2;

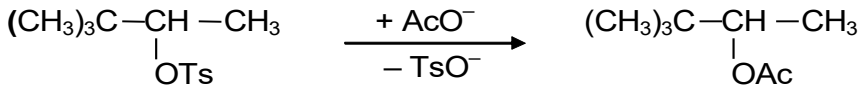
б) *п*-ксилол → 2-хлор-6-нитротолуол;

в) бензол → о-нитро(п-гидроксифенил)азобензол.

38. Расположить следующие анионы: **CH_3O^-, CH_3COO^-, OH^-, PhO^-** в ряд по возрастанию их нуклеофильности по отношению к бромистому метилу (растворитель — вода).

39. Исходя из предположения, что гидролиз 3-хлор-3-метилпентена-1 (I) и 3-хлор-3-метилпентана (II) в смеси вода-ацетон (1:1) протекает по механизму S_N1, определите, какая из реакций будет более быстрой? Каково строение продуктов гидролиза?

40. Ацетолиз тозилата 3,3-диметилбутанола-2 протекает по уравнению



(здесь Ts = п-CH_3-C_6H_5-SO_2-; Ac = CH_3-CO-).

Добавление ацетата натрия практически не влияет на скорость реакции, тогда как добавление воды ускоряет реакцию. Каков механизм реакции ацетолиза? Сколько продуктов образуется в этой реакции?

41. Какие продукты могут образоваться при действии смеси иодида калия с фосфорной кислотой на этилбензиловый эфир? В чем заключается роль фосфорной кислоты? Что произойдет, если фосфорную кислоту заменить иодистоводородной?

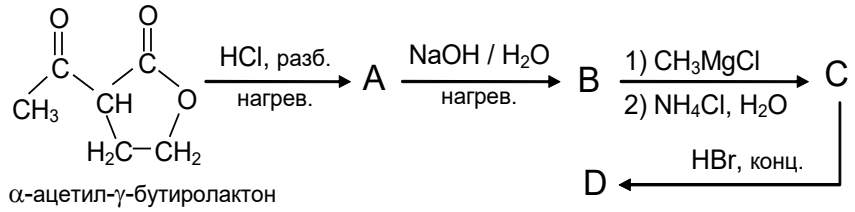
42. Известен способ получения фенолов, в котором галогенарены обрабатывают едким натром при высокой температуре (350-400 °С) и давлении (300-350 атм.). В этих условиях из о-хлортолуола образуется смесь о- и м-крезолов, из п-хлортолуола — смесь п- и м-крезолов, а из м-хлортолуола — смесь о-, п- и м-крезолов. Объясните, почему каждый субстрат приводит к своему набору продуктов.

43. Объясните следующие экспериментальные данные: а) кинетика реакций 2,4-динитрофтор- и 2,4-динитроиодбензолов с этоксид-ионом, приводящая к простым эфирам, описывается уравнением второго порядка; б) фторарил реагирует в 3600 раз быстрее, чем иодарил.

44. Расположите в ряд по увеличению реакционной способности в реакциях нуклеофильного присоединения следующие соединения: ацетон, формальдегид, пропионовый альдегид, бензальдегид, хлораль и циклогексанон .

45. Предложите несколько вариантов синтеза 3-метилбутен-2-овой кислоты, основанных на нуклеофильных реакциях, исходя только из ацетона и неорганических реагентов.

46. Расшифруйте следующую схему превращений и объясните образование всех продуктов:



α-ацетил-γ-бутиролактон

47. Какое строение будет иметь продукт термической реакции раскрытия цикла цис-3,4-диметилциклобутена-1?

48. Какие продукты будут образовываться при термической циклодимеризации бутадиена-1,3.?

49. Какие продукты образуются при действии кислоты на 2-алкил-3-метил-бутандиол-2,3? Каковы относительные выходы продуктов и как они зависят от природы алкильной группы

50. Построить схему синтеза октадиена-1,7 из этилена.

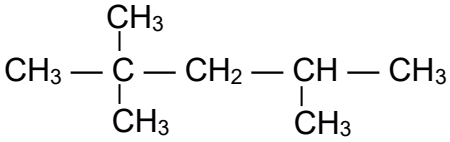
51. Что получится при нагревании эквимолярной смеси ацетона и азотистоводородной кислоты в присутствии небольшого количества сильной кислоты? Образования какого продукта следует ожидать при замене кетона на карбоновую кислоту?

52. При действии азотистой кислоты на 1-аминометил-циклогексанол образуется циклогептанон с выходом до 65 %. Объясните механизм такого превращения.

Типовой тест для текущего контроля

Алканы

Изооктан – стандарт моторного топлива с о.ч. 100.



Выберите правильное название по ИЮПАК:

1. Изооктан 2. Триметилизобутилметан 3. 2,2.4-триметилпентан 4.2,4,4-триметилпентан

Сколько в молекуле изооктана первичных, вторичных, третичных и четвертичных атомов углерода?

1. 5, 2, 3, 1; 2. 5, 1, 1, 1; 3. 4, 2, 1, 1; 4. 3, 2, 1, 1.

Сколько различных продуктов радикального монохлорирования можно получить?

1. 1; 2. 2; 3. 3; 4. 4.

С какими реагентами изооктан не взаимодействует?

1. восстановители; 2. галогены;

3. окислители (на холоду); 4. галогенводородные кислоты.

Гептакозан (ГК) – углеводород состава $\mathbf{C_{27}H_{56}}$. Обнаружен в пчелином воске.

Каково строение углеродной цепи при наличии в молекуле ГК лишь первичных и вторичных атомов углерода?

1. разветвленная цепь; 2. неразветвленная цепь.

VI. Укажите тип гибридизации молекулярных орбиталей у атомов углерода:

1. sp^3; 2. sp^2; 3. sp.

Укажите главную причину инертности ГК к большинству реагентов при нормальных условиях:

1. нет третичных атомов углерода; 2. все связи ковалентные;
3. все связи ковалентные и неполярные; 4. все связи насыщены.

Укажите оптимальные условия бромирования ГК:

1. Катализатор – перекиси; 2. УФ облучение; 3. Катализатор – $FeCl_3$; 4. При нагревании.

IX. Укажите реагенты, с которыми реагирует ГК:

1. O_3; 2. HCl; 3. HNO_3 разб. нагрев.; 4. бромная вода.

X. Сколько различных продуктов монобромирования можно получить из ГК:

1. 1; 2. 27; 3. 13, 4. 14

Типовая контрольная работа

Альдегиды и кетоны

1. Выберите соединение в каждой паре, которое будет проявлять большую активность в реакциях нуклеофильного присоединения:

а) NO_2CH_2CHO и CH_3CHO; в) $ClCH_2COCH_3$ и CH_3COCH_3;

б) CH_2=CHCHO и CH_3CH_2CHO; г) $HOCH_2CHO$ и CH_3CHO.

2. Объясните, какой из следующих альдегидов будет легче вступать в реакции нуклеофильного присоединения:

а) бензальдегид; в) формальдегид;

б) ацетальдегид; г) циклогексанкарбальдегид.

3. Расположите в ряд по возрастанию реакционной способности в реакциях нуклеофильного присоединения следующие альдегиды:

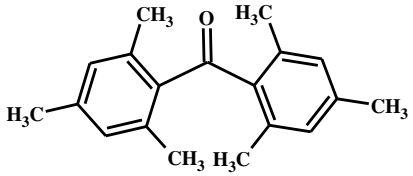
а) бензальдегид; в) *п*-диметиламинобензальдегид;

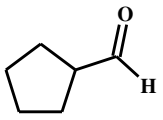
б) 2,4,6-тринитробензальдегид; г) 4-хлорбензальдегид.

4. Расположите следующие альдегиды и кетоны в ряд по возрастанию их способности к реакциям нуклеофильного присоединения:

а) PhCHO; г) PhCOPh

б) $PhCOCH_3$; д) CH_3CHO;

в) 

е) 

5. Напишите схемы взаимодействия ацетона и пропионового альдегида с HCN. Разберите механизм. Какое из этих соединений и почему будет легче вступать в реакцию с HCN?

6. На примере взаимодействия ацетона с $NaHSO_3$ разберите механизм реакции образования бисульфитного производного. Почему присоединение HCN к альдегидам и кетонам требует катализатора, а присоединение $NaHSO_3$ происходит легко и без катализатора?

7. Определите продукт перекрестной бензоиновой конденсации *п*-метоксибензальдегида и *п*-нитробензальдегида. Рассмотрите механизм реакции.

8. Напишите структуры соединений, получающихся при взаимодействии этилмагнийбромида с:

а) формальдегидом; г) изомасляным альдегидом;

б) диэтилкетоном; д) циклогексаноном;

в) бензальдегидом; е) ацетофеноном.

9. Изобразите формулы стереоизомерных оксимов бензальдегида. Какой из них легче дегидратируется с образованием нитрила?

10. Напишите *син*- и *анти*-изомеры оксима ацетофенона. Рассмотрите механизм перегруппировки Бекмана. Какие продукты получатся в обоих случаях?

11. Укажите предпочтительную енольную форму для каждого из приведенных соединений и объясните ваш выбор:

а) 2-метилциклогексанон;
б) метил-*трет*-бутилкетон;
в) метилэтилкетон.

12. Выберите из перечисленных соединений те, которые могут выступать в качестве метиленовых компонентов в реакциях конденсации:
а) изомасляный альдегид; б) пропаналь;
в) триметилуксусный альдегид; г) формальдегид.

13. Выберите из перечисленных соединений, которые могут играть роль только карбонильных компонентов в реакциях конденсации:
а) ацетон; в) формальдегид;
б) триметилуксусный альдегид; г) бензофенон.

14. Напишите реакции альдольной и кротоновой конденсаций для:
а) пропаналя; г) бутаналя;
б) метилпропаналя; д) 2-метилбутаналя;
в) 2,2-диметилпропаналя; е) бензальдегида.

Укажите, все ли перечисленные альдегиды будут участвовать в альдольной и кротоновой конденсациях. На одном из примеров приведите механизм конденсации в слабощелочной среде.

15. Напишите реакции смешанной альдольно-кротоновой конденсации:
а) ацетальдегида с циклогексаноном;
б) бензальдегида с ацетальдегидом;
в) бензальдегида с ацетофеноном.

16. Выберите кетоны, которые дают галоформную реакцию:
а) диэтилкетон; в) ацетон;
б) метилпропилкетон; г) диизопропилкетон.

Напишите уравнения реакций. Рассмотрите механизм реакции.

17. Метилэтилкетон бромируется в присутствии кислого катализатора преимущественно в этильной части, а в присутствии щелочного катализатора – по метильной группе. Объясните эти факты.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Виды СРС
1	2	3
5 семестр		
1	Теория строения органических соединений Теория электронных смещений. Основы стереохимии	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Углеводороды алифатического ряда: алканы, алкены, алкины, диены	Чтение обязательной и дополнительной литературы
3	Углеводороды циклического ряда: циклоалканы, арены	Проработка лекций
4	Галогенпроизводные углеводородов. Металлороганические соединения	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Одно- и многоатомные спирты. Фенолы. Простые эфиры	Проработка лекций
6 семестр		

6	Карбонильные соединения	Чтение обязательной и дополнительной литературы
7	Карбоновые кислоты и их производные	Проработка лекций
8	Азотсодержащие функции: нитросоединения, амины, диазосоединения	Чтение обязательной и дополнительной литературы
9	Углеводы. Аминокислоты, пептиды, белки	Проработка лекций
10	Гетероциклические соединения. Нуклеиновые кислоты	Проработка лекций

6. Промежуточная аттестация по дисциплине

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Студенты, набравшие баллы в течение семестра, могут выставить оценку согласно шкале:

61-75 баллов - удовлетворительно,

76-90 баллов - хорошо,

91 -100 баллов – отлично.

Студенты, не набравшие 61 балл или желающие повысить оценку, сдают экзамен устно по билетам, включающим 2 теоретических вопроса и задачу (цепочка превращений органических веществ).

В экзаменационные билеты включены 5 разделов в 5 семестре и 5 разделов в 6 семестре по основам органической химии, охватывающих весь теоретический и практический курс.

Вопросы к экзамену

5 семестр

1. Предмет органической химии и основные этапы ее развития. Классификация органических соединений. Изомерия. Гомология.
2. Основные положения классической и электронной теории строения органических соединений. Основные принципы квантовой органической химии. Гибридизация. ||- и ||-связи атомов углерода.
3. Основные характеристики ковалентной связи: Гомолитический и гетеролитический разрыв связи.
4. Электронные эффекты заместителей. Индуктивный и мезомерный эффекты. Резонанс.
5. Стехиометрические типы реакций. Промежуточные частицы.
6. Конформационные вращения. Заслоненная и заторможенная конформации. Клиновидные проекции, проекции Ньюмена.
7. Оптическая изомерия. Хиральность. Энантиомеры, диастереомеры, мезо-формы, рацематы. Принцип R,S-номенклатуры. Определение порядка старшинства заместителей у хирального центра.
8. Геометрическая изомерия соединений с двойной связью. Цис-, транс-; Z-, E- и син-, анти-номенклатура.
9. Алканы. Гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Природные источники. Методы синтеза. Конформации этана, пропана, бутана.
10. Химические свойства алканов: галогенирование, нитрование сульфохлорирование и окисление. Селективность радикальных реакций. Термический и каталитический крекинг.
11. Алкены. Гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Геометрическая изомерия. Методы синтеза.
12. Химические свойства алкенов:. гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование. Гидратация, гидрокси- и алкоксимеркурирование, метатезис.
13. Окисление алкенов до оксиранов и диолов, озонолиз, исчерпывающее окисление.

14. Радикальные реакции алкенов: присоединение бромистого водорода, H2S, RSH и тетрагалогенметанов к алкенам и аллильное галогенирование. Полимеризация алкенов.
15. Алкины. Гомологический ряд, номенклатура и изомерия. Методы синтеза.
16. Химические свойства алкинов: галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация алкинов, присоединение карбоновых кислот, гидроборирование.
17. СН-кислотность ацетилена. Ацетилениды натрия и меди. Магнийорганические производные алкинов. Конденсация терминальных алкинов с кетонами и альдегидами.
18. Алкадиены. Типы диенов. Методы синтеза 1,3-диенов.
19. Химические свойства 1,3-диенов: галогенирование и гидрогалогенирование, 1,2- и 1,4-присоединение.
20. Полимеризация диенов. Натуральный и синтетический каучуки. Реакция Дильса-Альдера.
21. Аллен. Строение, реакции присоединения.
22. Циклоалканы. Классификация. Типы напряжения. Конформационный анализ циклогексана.
23. Строение циклопропана, циклобутана, циклопентана, циклогексана. Конформационный анализ циклогексана.
24. Сравнение химических свойств циклоалканов Особенности химических свойств соединений с трехчленным циклом. Реакции расширения и сужения цикла
25. Арены. Концепция ароматичности.
26. Получение ароматических углеводородов в промышленности, лабораторные методы синтеза.
27. Свойства аренов: гидрирование, восстановление по Бёрчу, фотохимическое хлорирование бензола.
28. Реакции замещения водорода в боковой цепи алкилбензолов на галоген. Окисление алкилбензолов и конденсированных ароматических углеводородов до карбоновых кислот, альдегидов и кетонов.
29. Реакции электрофильного замещения: общие представления о механизме реакций, влияние природы заместителя на ориентацию и скорость замещения.
30. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. Согласованная и несогласованная ориентация.
31. Нитрование, галогенирование, сульфирование, алкилирование, ацилирование аренов.
32. Галогенпроизводные углеводородов. Изомерия, номенклатура. Способы получения.
33. Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода, классификация механизмов.
34. Реакции SN2-типа. Кинетика, стереохимия, вальденовское обращение.
35. Реакции SN1-типа. Кинетика, стереохимия, зависимость SN1 процесса от природы радикала, уходящей группы, растворителя.
36. Реакции элиминирования. Классификация механизмов элиминирования: E1, E2 и E1cb. Направление элиминирования. Правила Зайцева и Гофмана.
37. Металлоорганические соединения: методы синтеза, строение, использование в синтезе углеводородов, спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот.
38. Одноатомные спирты. Классификация, изомерия и номенклатура. Методы получения.
39. Кислотно-основные свойства спиртов. Замещение гидроксильной группы на галоген.
40. Дегидратация спиртов. Перегруппировки карбокатионов (ретропинаколиновая). Окисление первичных спиртов до альдегидов и карбоновых кислот, вторичных спиртов до кетонов. Механизм окисления.
41. Двухатомные спирты. Методы синтеза. Свойства: окисление, галогенирование, дегидратация, окислительное расщепление 1,2-диолов.
42. Глицерин. Методы синтеза, химические свойства.
43. Фенолы. Методы получения: щелочное плавление аренсульфонатов, замещение галогена на гидроксил, гидролиз солей арендиазония, кумольный способ.
44. Свойства фенолов. Фенолы как ОН-кислоты, влияние заместителей на кислотность фенолов. Образование простых и сложных эфиров.

45. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре фенолов: галогенирование, сульфирование, нитрование, алкилирование и ацилирование. карбоксилирование, формилирование.
46. Окисление фенолов. Понятие об ароксильных радикалах.
47. Простые эфиры. Методы получения: реакция Вильямсона, алкоксимеркурирование алкенов, межмолекулярная дегидратация спиртов.
48. Свойства простых эфиров: образование оксониевых солей, расщепление кислотами, окисление. Виниловые эфиры.
49. Краун-эфиры. Получение и применение в синтетической практике.
50. Оксираны. Способы получения. Раскрытие цикла в них под действием электрофильных и нуклеофильных агентов.

6 семестр

1. Способы получения карбонильных соединений из углеводородов, дигалогенпроизводных, спиртов, гликолей.
2. Электронное строение C=O группы. Сравнение реакционной способности жирных и ароматических альдегидов и кетонов. Реакции с O-, S-, Hal-нуклеофилами.
3. Электронное строение C=O группы. Сравнение реакционной способности жирных и ароматических альдегидов и кетонов. Реакции карбонильных соединений с N-нуклеофилами.
4. Оксимы и гидразоны. Реакция Кижнера-Вольфа. Перегруппировка Бекмана. Капролактам, его получение и промышленное значение.
5. Электронное строение C=O группы. Сравнение реакционной способности жирных и ароматических альдегидов и кетонов. Реакции с C-нуклеофилами.
6. 1,3-Дикарбонильные соединения. Способы получения, химические свойства, электронное строение.
7. Кето-енольная таутомерия и связанные с ней свойства альдегидов и кетонов. Галогенирование, галоформное расщепление, алкилирование, нитрозирование, реакция Манниха.
8. Альдольно-кротоновая конденсация и ее механизмы при основном и кислотном катализе. Реакция Кневенагеля. Циклоолигомеризация и полимеризация альдегидов.
9. Реакции неенолизующихся альдегидов и кетонов со щелочами. Реакция Канницаро. Бензоиновая конденсация. Бензофенон, щелочное расщепление.
10. Восстановление альдегидов и кетонов. Восстановительное аминирование.
11. Окислительные превращения альдегидов и кетонов.
12. Карбоновые кислоты. Способы получения, основанные на окислении углеводородов, спиртов, альдегидов, галогенпроизводных.
13. Способы получения карбоновых кислот, основанные на использовании металлоорганических соединений, окиси углерода, малонового эфира.
14. Способы получения карбоновых кислот из нитрилов и сложных эфиров, на основе ацетоуксусного эфира. Природные источники карбоновых кислот.
15. Электронное строение карбоксильной группы. Кислотность, ее связь со строением. Сравнение реакционной способности C=O группы в производных карбоновых кислот.
16. Химические свойства карбоновых кислот и их солей. Практическое использование.
17. Хлорангидриды и ангидриды карбоновых кислот. Способы получения и химические свойства. Электронное строение.
18. Сложные эфиры. Способы получения и химические свойства.
19. Амиды карбоновых кислот. Способы получения и химические свойства.
20. Нитрилы. Способы получения и химические свойства.
21. Способы получения карбонильных соединений из карбоновых кислот и их производных.
22. Производные угольной кислоты.
23. Дикарбоновые кислоты. Номенклатура, классификация. Способы получения. Щавелевая кислота.
24. Малоновая кислота и ее эфиры. Получение, химические свойства, синтетическое применение.

25. 1,3-Альдегидо- и кетокислоты. Способы получения, свойства, использование в синтезе органических соединений.
26. Фталевая кислота и ее производные. Их свойства и практическое использование.
27. Непредельные альдегиды и кетоны. Способы получения. Электронное строение, его связь с реакционной способностью.
28. Непредельные альдегиды и кетоны. Химические свойства.
29. Непредельные карбоновые кислоты. Электронное строение, химические свойства.
30. Непредельные карбоновые кислоты. Номенклатура. Электронное строение, его связь с реакционной способностью. Способы получения и пути использования.
31. Непредельные дикарбоновые кислоты. Строение, методы получения и химические свойства.
32. Хиноны. Классификация, номенклатура. Электронное строение. Способы получения.
33. Хиноны. Электронное строение. Химические свойства.
34. Нитросоединения. Номенклатура, классификация. Способы получения. Электронное строение.
35. Электронное строение нитрогруппы. СН-кислотность и связанные с ней свойства алифатических нитросоединений.
36. Таутомерия нитросоединений и реакции аци-формы.
37. Нитросоединения. Восстановление в кислой и щелочной средах. Продукты неполного восстановления. Бензидиновая и семидиновая перегруппировки.
38. Амины. Классификация, номенклатура. Способы получения.
39. Электронное и пространственное строение аминогруппы. Физические свойства. Основность и кислотность аминов, зависимость от природы углеводородных радикалов.
40. Химические свойства аминов, реакции с электрофильными реагентами
41. Взаимодействие первичных, вторичных, третичных аминов (ароматических и алифатических) с азотистой кислотой.
42. Реакции ароматических аминов.
43. Диазотирование аминов. Взаимопревращение различных форм диазосоединений. Электронное строение катиона диазония.
44. Реакции солей диазония, протекающие без выделения азота.
45. Реакции солей диазония протекающие с выделением азота.
46. Фуран, тиофен, пиррол. Электронное строение. Способы получения.
47. Фуран, тиофен, пиррол. Химические свойства.
48. Пиррол. Способы получения. Электронное строение. Химические свойства.
49. Пиридин. Электронное строение. Способы получения. Химические свойства.
50. Пиридин и алкилпиридины и их четвертичные соли. Реакции с нуклеофилами.
51. Пиридин и N-окись пиридина. Реакции с электрофилами.
52. Хинолин и изохинолин. Способы получения и химические свойства.
53. Аминокислоты. Номенклатура, классификация. Способы получения. Электронное строение.
54. Аминокислоты. Свойства аминокислот: по аминогруппе, карбоксилу, отношение аминокислот к нагреванию, окисление аминокислот.
55. Структура белков и их биологическая роль. Основные принципы твердофазного синтеза пептидов.
56. Углеводы. Классификация. Кольчато-цепная таутомерия, строение. Пиранозы и фуранозы. Мутаротация глюкозы. Конформации пиранозного цикла. Синтез моносахаридов по Килиани-Фишеру и деградация по Волю-Руффу.
57. Углеводы. Получение гликозидов, как особой формы циклических ацеталей. Синтез простых и сложных эфиров моносахаридов. Окисление альдоз. Получение озазонов.
58. Дисахариды (биозы): мальтоза, сахароза. Полисахариды - целлюлоза и крахмал. Ацетилцеллюлоза, вискозный шелк, нитроцеллюлоза.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	**Знает:** основные правила построения и оформления доклада, презентации, этические принципы ведения научной дискуссии. **Умеет:** обосновывать задачи и цели исследования или обзора, делать заключения, формулировать и задавать вопросы; обсуждать конкретные проблемы органического синтеза на семинарах, студенческих научных конференциях и школах молодых ученых.	Устный опрос. Решение задач	Компетенция сформирована при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
2.	ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	**Знает:** основы органического синтеза, общие физические и химические свойства органических веществ, правила техники безопасности. **Умеет:** оценивать влияние различных факторов на протекание реакций с учетом механизмов; планировать многостадийные синтезы.	Устный опрос. Выполнение творческого задания. Решение задач. Аналитическая работа	
3.	ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной	**Знает:** химизм основных процессов органического синтеза, способы управления этими процессами с учетом расчетно-теоретических методов. **Умеет:** с использованием расчетных данных обосновывать выбор	Устный опрос. Выполнение творческого задания. Решение задач. Аналитическая работа	

	техники	условий синтеза и типа реакторов, обеспечивающие высокую активность и селективность.		
4.	ОПК-6. Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	**Знает:** способы представления результатов исследований с использованием программного обеспечения (Excel); особенности представления результатов исследований на различных уровнях**.** **Умеет:** представлять полученные данные в виде отчетов; выделять наиболее значимые и необходимые для представления материалы.	Устный опрос. Решение задач. Выполнение творческого задания Аналитическая работа	
5.	ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.	**Знает:** основы теории и практики применения лабораторного оборудования в органическом синтезе, правила техники безопасности, токсичность используемых реактивов**.** **Умеет:** проводить синтез органических соединений по методикам и аналогам; определять физические константы синтезированных веществ. уточнять методики синтеза, дополнять их новыми примерами; применять компьютерные технологии при планировании синтезов и оформлении результатов.	Устный опрос. Выполнение творческого задания. Решение задач. Аналитическая работа	
6.	ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы.	**Знает:** основные базы данных справочной и основной литературы в области органического синтеза. **Умеет:** применять имеющиеся знания и литературные источники для постановки новых задач, предлагать	Устный опрос. Выполнение творческого задания. Решение задач. Аналитическая работа	

		возможные пути их решения.		
7.	ПК-3. Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	**Знает:** теоретические основы органического синтеза (механизмы превращений, особенности термодинамики и кинетики, катализаторы) и методов идентификации продуктов. **Умеет:** обосновывать выбор условий синтеза и тип установок, обеспечивающие высокую производительность и селективность конкретных синтезов.	Устный опрос. Выполнение творческого задания. Решение задач. Аналитическая работа	

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература:

1. Травень, В. Ф. Органическая химия : учебное пособие : в 3 томах / В. Ф. Травень. — 4-е, изд. — Москва : Лаборатория знаний, [б. г.]. — Том 1 — 2015. — 401 с. — ISBN 978-5-9963-2939-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/84108 (дата обращения: 24.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Травень, В. Ф. Органическая химия : учебное пособие / В. Ф. Травень. — 7-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020 — Том 2 — 2020. — 550 с. — ISBN 978-5-00101-747-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/151523 (дата обращения: 24.04.2020). — Режим доступа: для авториз. Пользователей

3. Травень, В. Ф. Органическая химия : учебное пособие / В. Ф. Травень. — 7-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020 — Том 3 — 2020. — 391 с. — ISBN 978-5-00101-748-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/151524 (дата обращения: 24.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература:

1. Грандберг, И. И. Органическая химия : учебник / И. И. Грандберг, Н. Л. Нам. — 9-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-3901-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/121460 (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Травень, В. Ф. Задачи по органической химии : учебное пособие / В. Ф. Травень, А. Ю. Сухоруков, Н. А. Пожарская. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 267 с. — ISBN 978-5-00101-895-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/151499 (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Шабаров, Ю. С. Органическая химия : учебник / Ю. С. Шабаров. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 848 с. — ISBN 978-5-8114-1069-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/4037 (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авториз. Пользователей

4. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. — 4-е, изд. — Москва : Лаборатория знаний, [б. г.]. — Часть 4 — 2016. — 729 с. — ISBN 978-5-00101-410-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/84139 (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Ливанцов, М. В. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями : учебное пособие : в 2 частях / М. В. Ливанцов, Г. С. Зайцева, Л. И. Ливанцова ; под редакцией Н. С. Зефирова ; художник Н. А. Новак. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020 — Часть 1 — 2020. — 258 с. — ISBN 978-5-00101-750-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152032 (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Ливанцов, М. В. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями : учебное пособие : в 2 частях / М. В. Ливанцов, Г. С. Зайцева, Л. И. Ливанцова ; под редакцией Н. С. Зефирова ; художник Н. А. Новак. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020 — Часть 2 — 2020. — 717 с. — ISBN 978-5-00101-751-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152033 (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Акимова, Т. И. Органическая химия. Практикум для химиков : учебное пособие / Т. И. Акимова, Л. Н. Дончак, Н. П. Багрина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 164 с. — ISBN 978-5-8114-4046-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/130151 (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авториз. Пользователей

8. Зонов, Я. В. Органическая химия. Сборник задач и упражнений : учебное пособие для вузов / Я. В. Зонов, Е. В. Пантелеева, В. А. Резников. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 312 с. — ISBN 978-5-8114-6420-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/147232 (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Смит, В. А. Основы современного органического синтеза : учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 753 с. — ISBN 978-5-00101-761-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/135517 (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авториз. Пользователей

10. Практикум по органической химии : учебное пособие / В. И. Теренин, М. В. Ливанцов, Л. И. Ливанцова, Е. Д. Матвеева. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 571 с. — ISBN 978-5-9963-2615-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/84123 (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Интернет-ресурсы:

http://elibrary.ru
http://e.lanbook.com

http://chemnet.ru
http://rushim.ru/books/books.htm;
http://chemrar.ru.

7.4. Современные базы данных и информационные справочные системы:

Для поиска необходимой литературы, научных статей и другой информации используются информационные справочные системы, в том числе и Электронно-библиотечные системы (ЭБС), находящиеся в подписке ТюмГУ, например, ЭБС Лань (https://e.lanbook.com/), МЭБ (https://icdlib.nspu.ru/); НЭБ (https://rusneb.ru/); Базы данных, доступные в рамках национальной подписки: *American Chemical Society* (https://www.acs.org/content/acs/en.html); *Cambridge University Press* (https://www.cambridge.org/core); Royal Society of Chemistry (https://pubs.rsc.org/); журналы издательства Wiley (https://onlinelibrary.wiley.com). Другие базы данных, находящиеся в свободном доступе в сети Интернет, в частности, ScienceDirect, Wileylibrary, PubChem и Google Scholar, а также базы данных Reaxys и SciFinder.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:
платформа для электронного обучения Microsoft Teams;
офисный пакет MS Office.
Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:
FAR Manager.

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и лабораторного типа, а также помещения для самостоятельной работы.

Для проведения лекционных занятий необходимо мультимедийное оборудование. Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий должны быть оснащены следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель; доска аудиторная; термостат ТЖ-ТС-01/12-100; устройство для сушки лабораторной посуды 2000; рефрактометр ИРФ-454 Б2М; насос вакуумный пластинчато-роторный 2НВР-5ДМ1; прибор для определения температуры плавление Stuart SMP10; ультразвуковая ванна Сапфир УЗВ-2,8 ТТЦ; электроплитки лабораторные; шкафы вытяжные лабораторные; ПК рабочая станция СКАТ в сборе: Системный блок в комплекте с монитором.

Оснащенность лабораторных помещений и условия работы в них обучающихся должны соответствовать требованиям техники безопасности по работе с химическими реактивами.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по
учебной работе Института химии
_____ Т.М. Бурханова
23 июня 2021 г.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Нестерова Н.В., Русейкина А.В. Физическая химия Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: Химия, очная форма обучения. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Физическая химия [электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.op.utmn.ru.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Нестерова Н.В., Русейкина А.В., 2020.

1. Пояснительная записка

Все известные химические реакции независимо от природы реагирующих веществ сопровождаются различными физическими явлениями - выделением или поглощением теплоты, света, теплопередачей, изменением объема, электрическими явлениями. На химические реакции влияют физические факторы - температура, давление, свет, радиация и т.д. Так, например, химические реакции в гальванических элементах являются причиной появления электрического тока, горение сопровождается выделением теплоты и света. Пример действия электрического тока - различные химические реакции при электролизе. Свет вызывает многие химические реакции, в том числе и сложные превращения, в результате которых из воды и диоксида углерода синтезируются углеводы.В химических реакциях тесно связаны физические и химические явления, изучение этой взаимосвязи – основная **задача** физической химии. В физической химии уделяется большое внимание исследованию законов протекания физических процессов, состояния химического равновесия, изучению строения и свойств молекул, что позволяет решать основную задачу физической химии – предсказание хода химического процесса и конечного результата и дает возможность управлять химическим процессом, т.е. обеспечить наиболее быстрое и полное протекания химических реакции. Такие важнейшие производственные процессы в химической технологии, как синтез и окисление аммиака, получение серной кислоты, производство этанола из природного газа, крекинг нефти,получение чугуна, производство алюминия и многое другое, всецело основаны на результатах физико-химического исследования реакций, лежащих в основе этих процессов.

Современная физическая химия разделяется на практически самостоятельные области - химическую термодинамику, химическую кинетику, электрохимию, фотохимию, учение о газах, растворах, химических и фазовых равновесиях, катализ. В качестве самостоятельных разделов физическая химия включает также квантовую, радиационную химии, фотохимию, кристаллохимию, учение о строении вещества, физико-химический анализ и др., а также является теоретической основой для исследований в областях неорганической химии, органической химии и аналитической химии, в разработке химической технологии.

Физическая химия — наука о закономерностях химических процессов и физических явлений. Главной задачей физической химии является изучение и объяснение основных закономерностей, определяющих направленность химических процессов, скорость их протекания, влияние среды, примесей, излучения, условия получения максимального выхода полезного продукта. Изучение физической химии дает возможность понять законы химии, а также предсказывать химические явления и управлять ими. Современная физическая химия позволяет решить задачи эффективного управления производством, интенсификации и автоматизации производственных процессов. Она служит теоретическим основанием химической технологии. Без физической химии нельзя решить проблему создания веществ с заданными свойствами, разработать новые источники тока и многие другие вопросы эффективного производства. Поэтому знание физической химии открывает большие возможности для решения многообразных задач, встречающихся в практической деятельности химика на заводах и в научно-исследовательских институтах.

Данный курс призван дать представления об основных законах протекания химических процессов, современных физико-химических методах исследования, о возможности управления химическими процессами.

Задачи курса:

1 Дать представление о равновесных свойствах физико-химических систем, что позволяет решать основную задачу физической химии: предсказание хода химических процессов и конечного результата, и дает возможность управлять химическим процессом.

2 Показать тенденции развития электрохимии, роль электрохимии в создании принципиально новых видов технологии и новых видов источников электрической энергии, в получении новых материалов с функциональными свойствами.

3 Дать представление о цепных процессах, основных кинетических закономерностях сложных реакций; проблемах химической кинетики в гетерогенном катализе, термодинамических аспектах кинетики; современном состоянии воззрений в учении о кинетике процессов в адсорбированных слоях.

1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины «Физическая химия», предназначена для студентов Института химии очной формы обучения и относится к блоку обязательной части дисциплин (Б1.О.18) рабочего учебного плана по направлению 04.03.01 Химия.

Для изучения курса требуются предварительные знания по высшей математике и физике.

Студент, приступающий к изучению курса «Физическая химия», должен

Знать: основные теоретические положения физики, математического анализа, основы термодинамики и кинетики, основные положения аналитической химии, органической химии, строения вещества, правила техники безопасности в химической лаборатории

Уметь: проводить интегрирование, дифференцирование, титриметрический анализ, составлять отчеты по лабораторным работам, определять погрешность.

Владеть: методиками количественного анализа**,** навыками работы в Excel, навыками работы с лабораторным оборудованием и реактивами.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины *(модуля)*

Студент, изучивший курс «Физическая химия», должен обладать следующими **универсальными компетенциями (УК):**

УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)

общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений

ОПК-5 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе

профессиональными компетенциями (ПК):

ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации

ПК-2 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы

ПК-3 Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации

ПК-5 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания

1.3. Перечень планируемых результатов освоения дисциплины (модуля):

В результате освоения дисциплины «Физическая химия» обучающийся должен:

Знать основы современных теорий в области физической химии и способы их применения для решения теоретических и практических задач в любых областях химии.

Уметь: самостоятельно ставить задачу физико-химического исследования в химических системах, выбирать оптимальные пути и методы решения подобных задач как экспериментальных, так и теоретических; обсуждать результаты физико-химических исследований.

Владеть: основными физико-химическими методами исследования химических процессов; навыками работы со справочной литературой, методиками представления результатов эксперимента.

2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		**Всего часов**	**Часов в семестре**	
			5	6
Общая трудоемкость	**зач. ед.**	13	7	6
	час	468	252	216
Из них:				
Часы аудиторной работы (всего):		372	186	186
Лекции		168	84	84
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		204	102	102
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося		96	66	30
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Экзамен	Экзамен

3. Содержание дисциплины

3.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№	Темы	Виды аудиторной работы (в час.)			Итого аудиторных часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
	Часов в 5 семестре	86	0	102	188
1	Основные понятия термодинамики.	2	0	0	2
2	Уравнения состояния идеальных и реальных газов. Вириальные уравнения состояния.	2	0	0	2
3	Лабораторная работа	0	0	6	6
4	Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия, тепло, работа, теплоемкость.	2	0	0	2
5	Термохимия. Закон Гесса и его следствия.	2	0	0	2
6	Теплоемкость. Уравнения Кирхгофа.	2	0	0	2
7	Защита лабораторной работы	0	0	6	6

8	Второе начало термодинамики для обратимых и необратимых процессов.	2	0	0	2
9	Изменение энтропии в разных процессах. Лемма Карно. Теорема Карно–Клаузиуса.	2	0	0	2
10	Лабораторная работа	0	0	6	6
11	Теорема Нернста. Постулат Планка. Уравнение Максвелла. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.	2	0	0	2
12	Уравнение Гиббса-Гельмгольца.	2	0	0	2
13	Химический потенциал. Фугитивность.	2	0	0	2
14	Защита лабораторной работы	0	0	6	6
15	Основы линейной неравновесной термодинамики.	2	0	0	2
16	Элементы статистической термодинамики	2	0	0	2
17	Лабораторная работа	0	0	6	6
18	Поступательная сумма по состояниям.	2	0	0	2
19	Электронная, колебательная, ядерная сумма по состояниям.	2	0	0	2
20	Статистические расчеты для идеальных газов	2	0	0	2
21	Защита лабораторной работы	0	0	6	6
22	Химическое равновесие	2	0	0	2
23	Изотерма Вант-Гоффа. Химическое сродство. Уравнение изобары и изохоры химической реакции.	2	0	0	2
24	Лабораторная работа	0	0	6	6
25	Адсорбционное равновесие	2	0	0	2
26	Уравнение Лэнгмюра. Уравнение Бруннауэра–Эммета–Теллера.	2	0	0	2
27	Фазовое равновесие.	2	0	0	2
28	Защита лабораторной работы	0	0	6	6
29	Диаграммы состояния однокомпонентных систем.	2	0	0	2
30	Примеры диаграмм состояния однокомпонентных систем. Уравнение Эренфеста.	2	0	0	2
31	Лабораторная работа	0	0	6	6
32	Защита лабораторной работы	0	0	6	6
33	Диаграммы состояния конденсированных систем и основные экспериментальные методы их построения.	2	0	0	2
34	Диаграмма состояния систем с простой эвтектикой.	2	0	0	2
35	Бинарные системы с конгруэнтно плавящимся соединением.	2	0	0	2
36	Лабораторная работа	0	0	6	6
37	Бинарные системы с инконгруэтно	2	0	0	2

	плавящимся соединением.				
38	Диаграммы состояния конденсированных систем.	2	0	0	2
39	Защита лабораторной работы	0	0	6	6
40	Диаграммы состояния с расслоением в жидкой фазе и распадом в твердой фазе.	2	0	0	2
41	Общие принципы и понятия физико-химического анализа.	2	0	0	2
42	Трехкомпонентные системы.	2	0	0	2
43	Лабораторная работа	0	0	6	6
44	Пространственная диаграмма состояния тройной системы с простой эвтектикой.	2	0	0	2
45	Трехкомпонентные системы.	2	0	0	2
46	Защита лабораторной работы	0	0	6	6
47	Трехкомпонентные системы.	2	0	0	2
48	Трехкомпонентные системы.	2	0	0	2
49	Четырехкомпонентные системы.	2	0	0	2
50	Лабораторная работа	0	0	6	6
51	Основные понятия термодинамики растворов	2	0	0	2
52	Функции смешения.	2	0	0	2
53	Защита лабораторной работы	0	0	6	6
54	Идеальный, регулярный и атермальный растворы.	2	0	0	2
55	Предельно разбавленные растворы неэлектролитов.	2	0	0	2
56	Коллигативные свойства.	2	0	0	2
57	Защита лабораторной работы	0	0	6	6
58	Законы Коновалова.	2	0	0	2
59	Экстракция. Перегонка. Ректификация.	2	0	0	2
	Итого (часов)	86	0	102	188
	Часов в 6 семестре	84	0	102	186
1	Равновесные явления в растворах электролитов	4	0	0	4
2	Равновесные явления в растворах электролитов	2	0	0	2
3	Равновесные явления в растворах электролитов	0	0	6	6
4	Неравновесные явления в растворах электролитов	4	0	0	4
5	Лабораторная работа	0	0	6	6
6	Неравновесные явления в растворах электролитов	4	0	0	4
7	Неравновесные явления в растворах электролитов	2	0	0	2
8	Неравновесные свойства растворов электролитов	0	0	6	6

9	Основы электрохимической термодинамики	4	0	0	4
10	Лабораторная работа	0	0	6	6
11	Основы электрохимической термодинамики	4	0	0	4
12	Основы электрохимической термодинамики	2	0	0	2
13	Растворы электролитов	0	0	6	6
14	Основы электрохимической термодинамики	2	0	0	2
15	Двойной электрический слой	2	0	0	2
16	Лабораторная работа	0	0	6	6
17	Электрокапиллярные явления	2	0	0	2
18	Формальная кинетика.	2	0	0	2
19	Зависимость скорости реакции от температуры	2	0	0	2
20	ЭДС	0	0	6	6
21	Кинетика сложных реакций	2	0	0	2
22	Кинетика сложных реакций	2	0	0	2
23	Лабораторная работа	0	0	6	6
24	Кинетика сложных реакций	2	0	0	2
25	Теория активных столкновений	4	0	0	4
26	ЭДС	0	0	6	6
27	Теория активированного комплекса	4	0	0	4
28	Лабораторная работа	0	0	6	6
29	Кинетика реакций в открытых системах	2	0	0	2
30	Кинетика реакций в растворах	2	0	0	2
31	Цепные реакции	2	0	0	2
32	Кинетика химических реакций	0	0	6	6
33	Фотохимические реакции	2	0	0	2
34	Кинетика электрохимических процессов.	2	0	0	2
35	Лабораторная работа	0	0	6	6
36	Кинетика электрохимических процессов.	2	0	0	2
37	Кинетика гетерогенных реакций.	4	0	0	4
38	Кинетика химических реакций	0	0	6	6
39	Электрохимическая коррозия металлов	4	0	0	4
40	Лабораторная работа	0	0	6	6
41	Гомогенный катализ	2	0	0	2
42	Кислотно-основной катализ	2	0	0	2
43	Ферментативный катализ	2	0	0	2
44	Лабораторная работа	0	0	6	6
45	Гетерогенные каталитические реакции	2	0	0	2
46	Механизм гетерогенно-каталитических реакций	4	0	0	4
47	Кинетика химических реакций	0	0	6	6
48	Применение катализа в промышленности	2	0	0	2
49	Итоговое занятие	0	0	6	6

	Итого (часов)	84	0	102	186

3.2. Содержание дисциплины *(модуля)* по темам

1. **"Основные понятия термодинамики. "**

Лекционное занятие. Предмет и метод термодинамики. Термодинамические системы и термодинамические параметры. Термодинамические переменные и их классификации (внутренние, внешние, интенсивные, экстенсивные, обобщенные силы и координаты и т.д.). Термодинамические процессы (обратимые, необратимые, самопроизвольные, несамопроизвольные). Постулат равновесия. Постулат существования температуры. Абсолютная температура. Международная практическая температурная шкала. Уравнения состояния идеальных и реальных газов.

2. **" Уравнения состояния идеальных и реальных газов. Вириальные уравнения состояния."**

Лекционное занятие. Уравнения состояния идеальных и реальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса для реального газа и его анализ. Критическая точка и критические параметры. Критическая изотерма. Уравнение Бертло. Свойство воды в сверхкритическом состоянии.Теорема о соответственных состояниях и ее трактовка в классической термодинамике, проблема индивидуальных постоянных в уравнениях состояния. Вириальные уравнения состояния. Уравнение состояния для жидкостей и твердых тел.

3. **"Лабораторная работа"**

Студенты знакомятся с техникой безопасности при работе в лаборатории физико-химического анализа.

Проводят одну из лабораторных работ (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

1.Измерение интегральной теплоты растворения соли в воде. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах. Измерение теплоты образования кристаллогидрата. Определение интегральной теплоты растворения соли при образовании раствора заданной концентрации.

2. Определение теплоты растворения жидкости по уравнению Клапейрона-Клаузиуса.

3. Изучение кристаллизации бинарных систем.

4. Построение диаграммы плавкости соль-вода.

5. Изучение равновесия химической реакции в растворе.

6. Изучение химического равновесия реакции $2\ Fe^{2+} + I_2 \leftrightarrow Fe^{3+} + 2\ I^-$.

7. Определение активностей растворителя и растворенного вещества.

8. Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе.

9. Изучение взаимной растворимости в двухкомпонентной системе.

10. Определение коэффициента распределения

11. Определение коэффициента распределения иода между органическим растворителем и водой.

12. Исследование перегонки бинарных смесей.

13. Исследование перегонки жидких бинарных смесей с азеотропом.

4. **"Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия, тепло, работа, теплоемкость. "**

Лекционное занятие. Первый закон термодинамики. Его формулировка, запись в дифференциальной и интегральной формах. Функции состояния и функции пути. Внутренняя энергия как термодинамическая функция и ее молекулярная интерпретация. Зависимость внутренней энергии от температуры и объема. Энтальпия как функция состояния. Работа расширения идеального газа в разных процессах. Изменение внутренней энергии для различных процессов в идеальном газе. Изохора, изотерма, изобара и адиабата. Взаимные превращения теплоты и работы. Термические коэффициенты (их определение и вычисление). Теплоты различных процессов.

5. **"Термохимия. Закон Гесса и его следствия. "**

Лекционное занятие. Термохимия. Теплоты химических реакций. Термохимические уравнения. Закон Гесса. Его формулировки и вывод из первого начала термодинамики для закрытых систем. Связь *QP* и *QV*. Следствия из закона Гесса. Теплоты сгорания и теплоты образования. Их использование для расчета теплот химических реакций. Приближенные методы расчета теплот образования и сгорания. Расчеты теплот путем комбинирования термохимических уравнений. Расчеты теплот химических реакций с использованием таблиц термодинамических свойств индивидуальных веществ. Стандартное состояние и стандартные теплоты химических реакций.

6. **"Теплоемкость. Уравнения Кирхгофа."**

Лекционное занятие. Теплоемкость. Их определение в классической термодинамике. Связь теплоемкости с термодинамическими функциями. Эмпирические уравнения для зависимости теплоемкостей от температуры и их недостатки. Истинная и средняя теплоемкости. Теплоемкости газов и кристаллических тел. Зависимость теплового эффекта от температуры. Уравнения Кирхгофа.

7. **"Защита лабораторной работы"**

Защищают сделанные ранее лабораторные работы (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

1.Измерение интегральной теплоты растворения соли в воде. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах. Измерение теплоты образования кристаллогидрата. Определение интегральной теплоты растворения соли при образовании раствора заданной концентрации.

2. Определение теплоты растворения жидкости по уравнению Клапейрона-Клаузиуса.

3. Изучение кристаллизации бинарных систем.

4. Построение диаграммы плавкости соль-вода.

5. Изучение равновесия химической реакции в растворе.

6. Изучение химического равновесия реакции $2\ Fe^{2+} + I_2 \leftrightarrow Fe^{3+} + 2\ I^-$.

7. Определение активностей растворителя и растворенного вещества.

8. Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе.

9. Изучение взаимной растворимости в двухкомпонентной системе.

10. Определение коэффициента распределения

11. Определение коэффициента распределения иода между органическим растворителем и водой.

12. Исследование перегонки бинарных смесей.

13. Исследование перегонки жидких бинарных смесей с азеотропом.

Студенты с преподавателем разбирают теоретические основы дисциплины физическая химия.

8. **"Второе начало термодинамики для обратимых и необратимых процессов. "**

Лекционное занятие. Второй закон термодинамики. Основные понятия. Различные формулировки второго закона термодинамики и их взаимосвязь. . Принцип Каратеодори. Второе начало термодинамики для обратимых процессов. Энтропия как тепловая координата состояния и физическая величина. Уравнение Больцмана. Изменение энтропии при различных обратимых процессах и вычисление энтропии из опытных данных. Вычисление энтропии идеальных газов. Изменение энтропии при необратимых процессах.

9. **"Изменение энтропии в разных процессах. Лемма Карно. Теорема Карно–Клаузиуса.**

Лекционное занятие. Вычисление энтропии идеальных газов. Изменение энтропии при необратимых процессах. Изменение энтропии в разных процессах. Неравенство Клаузиуса. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Лемма Карно. Цикл Карно в *P-V* и *T-S* диаграммах. Теорема Карно–Клаузиуса и ее следствия. Определение энтропии по Клаузиусу. Сравнение двух способов обоснования второго закона термодинамики.

10. **"Лабораторная работа"**

Выполняют одну лабораторную работу (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

1.Измерение интегральной теплоты растворения соли в воде. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах. Измерение теплоты образования кристаллогидрата. Определение интегральной теплоты растворения соли при образовании раствора заданной концентрации.

2. Определение теплоты растворения жидкости по уравнению Клапейрона-Клаузиуса.

3. Изучение кристаллизации бинарных систем.

4. Построение диаграммы плавкости соль-вода.

5. Изучение равновесия химической реакции в растворе.

6. Изучение химического равновесия реакции $2\ Fe^{2+} + I_2 \leftrightarrow Fe^{3+} + 2\ I^-$.

7. Определение активностей растворителя и растворенного вещества.

8. Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе.

9. Изучение взаимной растворимости в двухкомпонентной системе.

10. Определение коэффициента распределения

11. Определение коэффициента распределения иода между органическим растворителем и водой.

12. Исследование перегонки бинарных смесей.

13. Исследование перегонки жидких бинарных смесей с азеотропом.

Защищают сделанные ранее лабораторные работы (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

11. **"Теорема Нернста. Постулат Планка. Уравнение Максвелла. Уравнение Гиббса-Гельмгольца."**

Лекционное занятие. Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка и область его применимости. Свойства тел вблизи абсолютного нуля. Абсолютные значения энтропии. Фундаментальное уравнение Гиббса и вычисление термодинамических параметров системы. Характеристические функции. Уравнение Максвелла.

12. **"Уравнение Гиббса-Гельмгольца."**

Лекционное занятие. Энергии Гельмгольца и Гиббса как характеристические функции. Условия равновесия и экстремумы характеристических функций. Расчеты ΔU и ΔH. Уравнение Гиббса–Гельмгольца.

13. **"Химический потенциал. Фугитивность. "**

Лекционное занятие. Химический потенциал идеального и реального газов. Фугитивность. Вычисление фугитивности и коэффициента фугитивности реальных газов. Активность и коэффициент активности.

14. **"Защита лабораторной работы"**

Защищают сделанные ранее лабораторные работы (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

1.Измерение интегральной теплоты растворения соли в воде. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах. Измерение теплоты образования кристаллогидрата. Определение интегральной теплоты растворения соли при образовании раствора заданной концентрации.

2. Определение теплоты растворения жидкости по уравнению Клапейрона-Клаузиуса.

3. Изучение кристаллизации бинарных систем.

4. Построение диаграммы плавкости соль-вода.

5. Изучение равновесия химической реакции в растворе.

6. Изучение химического равновесия реакции $2\ Fe^{2+} + I_2 \leftrightarrow Fe^{3+} + 2\ I^-$.

7. Определение активностей растворителя и растворенного вещества.

8. Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе.

9. Изучение взаимной растворимости в двухкомпонентной системе.

10. Определение коэффициента распределения

11. Определение коэффициента распределения иода между органическим растворителем и водой.

12. Исследование перегонки бинарных смесей.

13. Исследование перегонки жидких бинарных смесей с азеотропом.

Студенты с преподавателем разбирают теоретические основы дисциплины физическая химия.

15. **"Основы линейной неравновесной термодинамики. "**

Лекционное занятие. Основы линейной неравновесной термодинамики. Описание необратимых процессов в термодинамике. Неравновесные процессы в однородных системах. Стационарные состояния системы и теорема Пригожина. Неравновесные процессы в непрерывных системах.

16. **"Элементы статистической термодинамики"**

Лекционное занятие. Основные положения статистической термодинамики. Энтропия и вероятность.Определение термодинамических функций. Термодинамические переменные как статистические средние величины. Закон распределения молекул по энергиям Максвелла–Больцмана. Каноническое распределение Гиббса. Сумма по состояниям. Связь сумм по состояниям с термодинамическими функциями. Термодинамические функции газов, обусловленные поступательным и электронным движениями. Суммы по состояниям идеального газа и для отдельных видов движения молекул. Выражение для статистических аналогов термодинамических величин с помощью сумм по состояниям. Вычисление внутренней энергии, энергии Гельмгольца, энергии Гиббса и энтропии с помощью сумм по состояниям. Метод наибольшего слагаемого в сумме по состояниям. Формула Больцмана для энтропии.

17. **"Лабораторная работа"**

Студенты знакомятся с техникой безопасности при работе в лаборатории физико-химического анализа.

Проводят одну из лабораторных работ (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

1.Измерение интегральной теплоты растворения соли в воде. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах. Измерение теплоты образования кристаллогидрата. Определение интегральной теплоты растворения соли при образовании раствора заданной концентрации.

2. Определение теплоты растворения жидкости по уравнению Клапейрона-Клаузиуса.

3. Изучение кристаллизации бинарных систем.

4. Построение диаграммы плавкости соль-вода.

5. Изучение равновесия химической реакции в растворе.

6. Изучение химического равновесия реакции $2\ Fe^{2+} + I_2 \leftrightarrow Fe^{3+} + 2\ I^-$.

7. Определение активностей растворителя и растворенного вещества.

8. Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе.

9. Изучение взаимной растворимости в двухкомпонентной системе.

10. Определение коэффициента распределения

11. Определение коэффициента распределения иода между органическим растворителем и водой.

12. Исследование перегонки бинарных смесей.

13. Исследование перегонки жидких бинарных смесей с азеотропом.

Защищают сделанные ранее лабораторные работы (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

18. **"Поступательная сумма по состояниям."**

Лекционное занятие. Поступательная сумма по состояниям. Теорема равнораспределения и ее применение в теории теплоемкостей. Энтропия одноатомного идеального газа. Формула Закура–Тетроде. Поступательные вклады в термодинамические функции идеальных газов. Парадокс Гиббса и его трактовка в статистической физике.

19. **"Электронная, колебательная, ядерная сумма по состояниям."**

Лекционное занятие. Электронная сумма по состояниям и ее свойства. Электронная составляющая теплоемкости (на примере атома хлора).Колебательная сумма по состояниям. Колебательные вклады в термодинамические функции газов и «замороженные» степени свободы. Вращательные функции по состояниям. Термодинамические функции газов,обусловленные вращательным движением молекул. Ядерная сумма по состояниям.

20. **"Статистические расчеты для идеальных газов"**

Лекционное занятие. Статистический расчет химического равновесия в идеальных газах. Статистическое выражение для констант химического равновесия. Межмолекулярное взаимодействие. Статистическая теория реальных газов и проблема уравнения состояния. Метод Урселла–Майер. Уравнение состояния в вириальной форме. Статистические расчеты вириальных коэффициентов. Теорема о соответственных состояниях и ее анализ в статистической термодинамике.

21. **"Защита лабораторной работы"**

Защищают сделанные ранее лабораторные работы (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

1.Измерение интегральной теплоты растворения соли в воде. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах. Измерение теплоты образования кристаллогидрата. Определение интегральной теплоты растворения соли при образовании раствора заданной концентрации.

2. Определение теплоты растворения жидкости по уравнению Клапейрона-Клаузиуса.

3. Изучение кристаллизации бинарных систем.

4. Построение диаграммы плавкости соль-вода.

5. Изучение равновесия химической реакции в растворе.

6. Изучение химического равновесия реакции $2\ Fe^{2+} + I_2 \leftrightarrow Fe^{3+} + 2\ I^-$.

7. Определение активностей растворителя и растворенного вещества.

8. Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе.

9. Изучение взаимной растворимости в двухкомпонентной системе.

10. Определение коэффициента распределения

11. Определение коэффициента распределения иода между органическим растворителем и водой.

12. Исследование перегонки бинарных смесей.

13. Исследование перегонки жидких бинарных смесей с азеотропом.

Студенты с преподавателем разбирают теоретические основы дисциплины физическая химия.

22. **"Химическое равновесие"**

Лекционное занятие. Химическое равновесие. Уравнение изотермы химической реакции и константа равновесия. Направление химической реакции. Константа равновесия и стандартная энергия Гиббса реакции.

23. **"Изотерма Вант-Гоффа. Химическое сродство. Уравнение изобары и изохоры химической реакции."**

Лекционное занятие. Изотерма Вант-Гоффа. Термодинамическое определение химического сродства. Изменение энергии Гиббса и энергии Гельмгольца и направление химической реакции. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары Вант-Гоффа и его интегрирование. Уравнения изохоры химической реакции. Гетерогенные химические равновесия. Расчеты констант химических равновесий с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций. Приведенная энергия Гиббса и ее использование при расчетах химических равновесий. Нетермохимическое определение теплот реакций. Принцип Ле Шателье–Брауна.

24. **"Лабораторная работа"**

Выполняют одну лабораторную работу (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

1.Измерение интегральной теплоты растворения соли в воде. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах. Измерение теплоты образования кристаллогидрата. Определение интегральной теплоты растворения соли при образовании раствора заданной концентрации.

2. Определение теплоты растворения жидкости по уравнению Клапейрона-Клаузиуса.

3. Изучение кристаллизации бинарных систем.

4. Построение диаграммы плавкости соль-вода.

5. Изучение равновесия химической реакции в растворе.

6. Изучение химического равновесия реакции $2\ Fe^{2+} + I_2 \leftrightarrow Fe^{3+} + 2\ I^-$.

7. Определение активностей растворителя и растворенного вещества.

8. Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе.

9. Изучение взаимной растворимости в двухкомпонентной системе.

10. Определение коэффициента распределения

11. Определение коэффициента распределения иода между органическим растворителем и водой.

12. Исследование перегонки бинарных смесей.

13. Исследование перегонки жидких бинарных смесей с азеотропом.

Защищают сделанные ранее лабораторные работы (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

25. **"Адсорбционное равновесие"**

Лекционное занятие. Адсорбционное равновесие. Определение адсорбции. Метод избытков. Адсорбционное уравнение Гиббса. Изотерма, изобара, изостера адсорбции, эмпирические уравнения изотерм адсорбции.

26. **"Уравнение Лэнгмюра. Уравнение Бруннауэра–Эммета–Теллера."**

Лекционное занятие. Уравнение Лэнгмюра, его термодинамический вывод и область применения. Адсорбция смеси газов. Полимолекулярная адсорбция. Изотермы полимолекулярной адсорбции. Уравнение Бруннауэра–Эммета–Теллера и область его применимости. Использование метода БЭТ для оценки поверхности твердых тел. Газовая хроматография.Уравнение Генри. Константа адсорбционного равновесия.

27. **"Фазовое равновесие. "**

Лекционное занятие. Основные понятия и определения. Условие равновесия компонента в двух фазах гетерогенной системы. Основной закон фазового равновесия. Уравнение Клапейрона — Клаузиуса и его применение к различным фазовым равновесиям.Равновесие чистого вещества в двух фазах однокомпонентной системы.

28. **"Защита лабораторной работы"**

Защищают сделанные ранее лабораторные работы (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

1.Измерение интегральной теплоты растворения соли в воде. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах. Измерение теплоты образования кристаллогидрата. Определение интегральной теплоты растворения соли при образовании раствора заданной концентрации.

2. Определение теплоты растворения жидкости по уравнению Клапейрона-Клаузиуса.

3. Изучение кристаллизации бинарных систем.

4. Построение диаграммы плавкости соль-вода.

5. Изучение равновесия химической реакции в растворе.

6. Изучение химического равновесия реакции $2\ Fe^{2+} + I_2 \leftrightarrow Fe^{3+} + 2\ I^-$.

7. Определение активностей растворителя и растворенного вещества.

8. Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе.

9. Изучение взаимной растворимости в двухкомпонентной системе.

10. Определение коэффициента распределения

11. Определение коэффициента распределения иода между органическим растворителем и водой.

12. Исследование перегонки бинарных смесей.

13. Исследование перегонки жидких бинарных смесей с азеотропом.

Студенты с преподавателем разбирают теоретические основы дисциплины физическая химия.

29. **"Диаграммы состояния однокомпонентных систем. "**

Лекционное занятие. Однокомпонетные системы. Применение правила фаз к однокомпонентным системам. Диаграммы состояния однокомпонентных систем . Кривые испарения, возгонки, плавления. Принцип Ле Шателье и его применение. Тройная точка. Поля диаграммы состояния. Изотермические и изобарические процессы. Фазовые переходы первого, второго рода.

30. **"Примеры диаграмм состояния однокомпонентных систем. Уравнение Эренфеста."**

Лекционное занятие. Однокомпонетные системы. Изотермические и изобарические процессы. Фазовые переходы первого, второго рода. Полиморфизм, монотропия и энантиотропия. Стабильное, метастабильное и лабильное состояния. Примеры диаграмм состояния однокомпонентных систем (воды, серы, фосфора, углерода). Уравнение Эренфеста.

31. **"Лабораторная работа"**

Студенты делают одну лабораторную работу (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

1.Измерение интегральной теплоты растворения соли в воде. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах. Измерение теплоты образования кристаллогидрата. Определение интегральной теплоты растворения соли при образовании раствора заданной концентрации.

2. Определение теплоты растворения жидкости по уравнению Клапейрона-Клаузиуса.

3. Изучение кристаллизации бинарных систем.

4. Построение диаграммы плавкости соль-вода.

5. Изучение равновесия химической реакции в растворе.

6. Изучение химического равновесия реакции $2\ Fe^{2+} + I_2 \leftrightarrow Fe^{3+} + 2\ I^-$.

7. Определение активностей растворителя и растворенного вещества.

8. Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе.

9. Изучение взаимной растворимости в двухкомпонентной системе.

10. Определение коэффициента распределения

11. Определение коэффициента распределения иода между органическим растворителем и водой.

12. Исследование перегонки бинарных смесей.

13. Исследование перегонки жидких бинарных смесей с азеотропом.

Защищают сделанные ранее лабораторные работы (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

32. **"Защита лабораторной работы"**

Защищают сделанные ранее лабораторные работы (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

1.Измерение интегральной теплоты растворения соли в воде. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах. Измерение теплоты образования кристаллогидрата. Определение интегральной теплоты растворения соли при образовании раствора заданной концентрации.

2. Определение теплоты растворения жидкости по уравнению Клапейрона-Клаузиуса.

3. Изучение кристаллизации бинарных систем.

4. Построение диаграммы плавкости соль-вода.

5. Изучение равновесия химической реакции в растворе.

6. Изучение химического равновесия реакции 2 Fe2+ + I2.↔Fe3+ + 2 I-.

7. Определение активностей растворителя и растворенного вещества.

8. Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе.

9. Изучение взаимной растворимости в двухкомпонентной системе.

10. Определение коэффициента распределения

11. Определение коэффициента распределения иода между органическим растворителем и водой.

12. Исследование перегонки бинарных смесей.

13. Исследование перегонки жидких бинарных смесей с азеотропом.

Студенты с преподавателем разбирают теоретические основы дисциплины физическая химия.

33. **"Диаграммы состояния конденсированных систем и основные экспериментальные методы их построения. "**

Лекционное занятие. Изобарические диаграммы состояния конденсированных систем и приложение к ним правила фаз. Метод растворимости. Метод термического анализа. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Метод микроструктуры. Метод рентгенофазового анализа.

34. **"Диаграмма состояния систем с простой эвтектикой. "**

Лекционное занятие. Кривые охлаждения и последовательность кристаллизации. Построение концентрационно-температурной диаграммы по кривым охлаждения. Диаграмма состояния систем с простой эвтектикой. Особенности кристаллизации и микроструктуры эвтектики. Ликвация по удельному весу. Влияние давления на растворимость и на положение эвтектической точки. Аномальные свойства эвтектик. Правило рычага.

35. **"Бинарные системы с конгруэнтно плавящимся соединением."**

Лекционное занятие. Бинарные системы с конгруэнтно плавящимся соединением. Диссоциирующие и недиссоциирующие соединения.Сингулярность.Иррациональный максимум. Дальтониды и бертоллиды.

36. **"Лабораторная работа"**

Выполняют одну лабораторную работу (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

1.Измерение интегральной теплоты растворения соли в воде. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах. Измерение теплоты образования кристаллогидрата. Определение интегральной теплоты растворения соли при образовании раствора заданной концентрации.

2. Определение теплоты растворения жидкости по уравнению Клапейрона-Клаузиуса.

3. Изучение кристаллизации бинарных систем.

4. Построение диаграммы плавкости соль-вода.

5. Изучение равновесия химической реакции в растворе.

6. Изучение химического равновесия реакции $2\ Fe^{2+} + I_2 \leftrightarrow Fe^{3+} + 2\ I^-$.

7. Определение активностей растворителя и растворенного вещества.

8. Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе.

9. Изучение взаимной растворимости в двухкомпонентной системе.

10. Определение коэффициента распределения

11. Определение коэффициента распределения иода между органическим растворителем и водой.

12. Исследование перегонки бинарных смесей.

13. Исследование перегонки жидких бинарных смесей с азеотропом.

Защищают сделанные ранее лабораторные работы (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

37. **"Бинарные системы с инконгруэтно плавящимся соединением."**

Лекционное занятие. Бинарные системы с инконгруэнтно плавящимся соединением.

38. **" Диаграммы состояния конденсированных систем. "**

Лекционное занятие. Диаграммы состояния систем с образованием твердых растворов. Типы твердых растворов (замещения, внедрения, вычитания). определение типа твердых растворов. Правило Вегарда. Фазовые диаграммы AgCl-NaCl, Cu-Ni, Ag-Au.

Правила Юм Розери. Диаграммы состояния с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состоянии. Правила Гиббса-Розебома. Диаграммы состояния с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Фазовые диаграммы Sn-Pb, Pt-Ag, Cu-Zn, Fe-C. Системы с полиморфными превращениями.

39. **"Защита лабораторной работы"**

Защищают сделанные ранее лабораторные работы (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

1.Измерение интегральной теплоты растворения соли в воде. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах. Измерение теплоты образования кристаллогидрата. Определение интегральной теплоты растворения соли при образовании раствора заданной концентрации.

2. Определение теплоты растворения жидкости по уравнению Клапейрона-Клаузиуса.

3. Изучение кристаллизации бинарных систем.

4. Построение диаграммы плавкости соль-вода.

5. Изучение равновесия химической реакции в растворе.

6. Изучение химического равновесия реакции $2\ Fe^{2+} + I_2 \leftrightarrow Fe^{3+} + 2\ I^-$.

7. Определение активностей растворителя и растворенного вещества.

8. Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе.

9. Изучение взаимной растворимости в двухкомпонентной системе.

10. Определение коэффициента распределения

11. Определение коэффициента распределения иода между органическим растворителем и водой.

12. Исследование перегонки бинарных смесей.

13. Исследование перегонки жидких бинарных смесей с азеотропом.

Студенты с преподавателем разбирают теоретические основы дисциплины физическая химия.

40. **" Диаграммы состояния с расслоением в жидкой фазе и распадом в твердой фазе."**

Лекционное занятие. Диаграммы состояния с расслоением в жидкой фазе и распадом в твердой фазе. Фазовые диаграммы Cu-Pb, Au-Ni, Al-Pb. Верхняя и нижняя критическая температура растворимости. Зонная очистка полупроводников материалов и металлов. Методы получения монокристаллов.

41. **" Общие принципы и понятия физико-химического анализа."**

Лекционное занятие. Общие принципы и понятия физико-химического анализа. Принципы непрерывности и соответствия. Учение о сингулярной точке и геометрическая характеристика законов постоянства состава и кратных отношений.Сопоставление кривых разных свойств двойных систем

42. **" Трехкомпонентные системы. "**

Лекционное занятие. Методы изображения состава трехкомпонентных систем (метод Гиббса, метод Розебома). Общий метод построения диаграммы состав - свойство тройной системы. Применение правила фаз Гиббса к трехкомпонентным системам. Основные типы диаграмм конденсированного состояния тройных сист и их физические свойства.

43. **"Лабораторная работа"**

Выполняют одну лабораторную работу (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

1.Измерение интегральной теплоты растворения соли в воде. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах. Измерение теплоты образования кристаллогидрата. Определение интегральной теплоты растворения соли при образовании раствора заданной концентрации.

2. Определение теплоты растворения жидкости по уравнению Клапейрона-Клаузиуса.

3. Изучение кристаллизации бинарных систем.

4. Построение диаграммы плавкости соль-вода.

5. Изучение равновесия химической реакции в растворе.

6. Изучение химического равновесия реакции $2\ Fe^{2+} + I_2 \leftrightarrow Fe^{3+} + 2\ I^-$.

7. Определение активностей растворителя и растворенного вещества.

8. Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе.

9. Изучение взаимной растворимости в двухкомпонентной системе.

10. Определение коэффициента распределения

11. Определение коэффициента распределения иода между органическим растворителем и водой.

12. Исследование перегонки бинарных смесей.

13. Исследование перегонки жидких бинарных смесей с азеотропом.

Защищают сделанные ранее лабораторные работы (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

44. **"Пространственная диаграмма состояния тройной системы с простой эвтектикой. "**

Лекционное занятие. Пространственная диаграмма состояния тройной системы с простой эвтектикой. Поверхность ликвидуса. Кривые охлаждения тройной системы с простой эвтектикой. Линейчатые поверхности. Закон о соприкасающихся пространствах состояний.

45. **" Трехкомпонентные системы. "**

Лекционное занятие. Образование конгруэнтно плавящегося химического соединения при отсутствии твердых растворов. Правило ван Рейна. Триангуляция системы. Образование инконгруэнтно плавящегося химического соединения при отсутствии твердых растворов. Полиморфное превращение одного из компонентов при отсутствии твердых растворов.

46. **"Защита лабораторной работы"**

Защищают сделанные ранее лабораторные работы (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

1.Измерение интегральной теплоты растворения соли в воде. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах. Измерение теплоты образования кристаллогидрата. Определение интегральной теплоты растворения соли при образовании раствора заданной концентрации.

2. Определение теплоты растворения жидкости по уравнению Клапейрона-Клаузиуса.

3. Изучение кристаллизации бинарных систем.

4. Построение диаграммы плавкости соль-вода.

5. Изучение равновесия химической реакции в растворе.

6. Изучение химического равновесия реакции $2\ Fe^{2+} + I_2 \leftrightarrow Fe^{3+} + 2\ I^-$.

7. Определение активностей растворителя и растворенного вещества.

8. Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе.

9. Изучение взаимной растворимости в двухкомпонентной системе.

10. Определение коэффициента распределения

11. Определение коэффициента распределения иода между органическим растворителем и водой.

12. Исследование перегонки бинарных смесей.

13. Исследование перегонки жидких бинарных смесей с азеотропом.

Студенты с преподавателем разбирают теоретические основы дисциплины физическая химия.

47. **" Трехкомпонентные системы. "**

Лекционное занятие. Неограниченная растворимость компонентов в жидком и твердом состояниях. Изотермические сечения диаграмм. Изотермы поверхности ликвидуса тройной системы. Неограниченная растворимость в жидком состоянии и ограниченная растворимость в твердом состоянии. диаграмм тройных систем с ограниченной растворимостью в жидком состоянии. Примеры реальных диаграмм конденсированного состояния тройных систем.

48. **" Трехкомпонентные системы. "**

Лекционное занятие. Диаграммы растворимости двух солей (с одноименным ионом NaCl-KCl-H2O), образующих кристаллогидрат (Na2SO4-NaCl-H2O). Трехкомпонентные системы с ограниченной растворимостью в жидком состоянии. Кривая расслоения, нахождение точки Тарасенкова, Основные типы диаграмм взаимной растворимости трех жидкостей, влияние температуры на растворимость.

49. **"Четырехкомпонентные системы."**

Лекционное занятие. Четырехкомпонентные системы. Применение правила фаз к четверным системам.Общие методы изображения четверных систем. Метод тетраэдра.Диаграмма конденсированного состояния простых четверных систем. Диаграммы растворимости простых четверных систем.

50. **"Лабораторная работа"**

Выполняют одну лабораторную работу (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

1.Измерение интегральной теплоты растворения соли в воде. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах. Измерение теплоты образования кристаллогидрата. Определение интегральной теплоты растворения соли при образовании раствора заданной концентрации.

2. Определение теплоты растворения жидкости по уравнению Клапейрона-Клаузиуса.

3. Изучение кристаллизации бинарных систем.

4. Построение диаграммы плавкости соль-вода.

5. Изучение равновесия химической реакции в растворе.

6. Изучение химического равновесия реакции $2\ Fe^{2+} + I_2 \leftrightarrow Fe^{3+} + 2\ I^-$.

7. Определение активностей растворителя и растворенного вещества.

8. Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе.

9. Изучение взаимной растворимости в двухкомпонентной системе.

10. Определение коэффициента распределения

11. Определение коэффициента распределения иода между органическим растворителем и водой.

12. Исследование перегонки бинарных смесей.

13. Исследование перегонки жидких бинарных смесей с азеотропом.

Защищают сделанные ранее лабораторные работы (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

51. **"Основные понятия термодинамики растворов"**

Лекционное занятие. Основные понятия термодинамики растворов. Растворы в различных агрегатных состояниях. Единицы концентрации. Смеси идеальных газов и свойства идеальных газовых растворов. Энтропия и энергия Гиббса для смеси идеальных газов. Теории растворов (физическая и химическая). Химический потенциал компонента в растворе. Различные выражения для химических потенциалов компонентов в смеси идеальных газов. Парциальные мольные величины и их определение из опытных данных. Уравнения Гиббса–Дюгема. Взаимосвязи парциальных мольных величин, вытекающие из уравнения Гиббса–Дюгема (на примере парциальных мольных объемов бинарного раствора H_2O–C_2H_5OH).

52. **"Функции смешения."**

Лекционное занятие. Функции смешения. Энтропия смешения идеальных растворов и использование решеточной модели для ее вычисления в статистической термодинамике. Избыточные функции. Зависимость коэффициентов активности от температуры и давления.

53. **"Защита лабораторной работы"**

Защищают сделанные ранее лабораторные работы (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

1.Измерение интегральной теплоты растворения соли в воде. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах. Измерение теплоты

образования кристаллогидрата. Определение интегральной теплоты растворения соли при образовании раствора заданной концентрации.

2. Определение теплоты растворения жидкости по уравнению Клапейрона-Клаузиуса.

3. Изучение кристаллизации бинарных систем.

4. Построение диаграммы плавкости соль-вода.

5. Изучение равновесия химической реакции в растворе.

6. Изучение химического равновесия реакции $2\ Fe^{2+} + I_2 \leftrightarrow Fe^{3+} + 2\ I^-$.

7. Определение активностей растворителя и растворенного вещества.

8. Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе.

9. Изучение взаимной растворимости в двухкомпонентной системе.

10. Определение коэффициента распределения

11. Определение коэффициента распределения иода между органическим растворителем и водой.

12. Исследование перегонки бинарных смесей.

13. Исследование перегонки жидких бинарных смесей с азеотропом.

Студенты с преподавателем разбирают теоретические основы дисциплины физическая химия.

54. **"Идеальный, регулярный и атермальный растворы."**

Лекционное занятие. Идеальный раствор. Условия образования идеального раствора. Закон Рауля. Отклонения от закона Рауля. Коэффициент Вант-Гоффа. Регулярный и атермальный растворы.

55. **"Предельно разбавленные растворы неэлектролитов."**

Лекционное занятие. Предельно разбавленные растворы неэлектролитов. Закон Генри. Отклонения от закона Генри. Выбор стандартных состояний для химического потенциала в растворе. Термодинамическая активность. Неидеальные растворы.

56. **"Коллигативные свойства."**

Лекционное занятие. Коллигативные свойства. Понижение давления пара растворителя над раствором. Понижение температуры замерзания. Криоскопическая постоянная. Криоскопический метод. Выражение коллигативных свойств. Повышение температуры кипения растворов. Эбулиоскопическая постоянная. Эбулиоскопический метод. Осмос. Осмотическое давление.

57. **"Защита лабораторной работы"**

Защищают сделанные ранее лабораторные работы (номер лабораторной работы указывает преподаватель)

1.Измерение интегральной теплоты растворения соли в воде. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах. Измерение теплоты образования кристаллогидрата. Определение интегральной теплоты растворения соли при образовании раствора заданной концентрации.

2. Определение теплоты растворения жидкости по уравнению Клапейрона-Клаузиуса.

3. Изучение кристаллизации бинарных систем.

4. Построение диаграммы плавкости соль-вода.

5. Изучение равновесия химической реакции в растворе.

6. Изучение химического равновесия реакции $2\ Fe^{2+} + I_2 \leftrightarrow Fe^{3+} + 2\ I^-$.

7. Определение активностей растворителя и растворенного вещества.

8. Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе.

9. Изучение взаимной растворимости в двухкомпонентной системе.

10. Определение коэффициента распределения

11. Определение коэффициента распределения иода между органическим растворителем и водой.

12. Исследование перегонки бинарных смесей.

13. Исследование перегонки жидких бинарных смесей с азеотропом.

Студенты с преподавателем разбирают теоретические основы дисциплины физическая химия.

58. **"Законы Коновалова."**

Лекционное занятие. Термодинамические закономерности равновесий жидкость - пар в бинарных системах. Законы Коновалова. Азеотропные смеси и их свойства. Распределение вещества в двух несмешивающихся растворителях.

59. **" Экстракция. Перегонка. Ректификация."**

Лекционное занятие. Экстракция из растворов. Перегонка. Ректификация.

6 семестр

1. **"Равновесные явления в растворах электролитов"**

Лекционное занятие. Основные понятия. Классическая теория электролитической диссоциации. Основные положения теории Аррениуса. Ионные равновесия. Константа диссоциации. Закон разведения Оствальда. Ион-дипольное взаимодействие в растворах электролитов. Причины образования растворов электролитов.

Энергия кристаллической решетки. Энергия сольватации. Ион-ионное взаимодействие в растворах электролитов. Термодинамический подход. Средняя активность. Активность ионов.

2. **"Равновесные явления в растворах электролитов"**

Лекционное занятие. Электростатическая теория растворов сильных электролитов. Приближенния теории Дебая-Гюккеля. Применение теории Дебая-Гюккеля к слабым электролитам. Современные представления о растворах электролитов.

3. **"Равновесные явления в растворах электролитов"**

Лабораторная работа. Инструктаж по технике безопасности при нахождении в химической лаборатории и при выполнении лабораторных работ. Знакомство со структурой курса, требованиями к оформлению лабораторных отчетов.

Подготовка к выполнению, обработке результатов, и защите лабораторных работ: обсуждение равновесных свойств растворов электролитов; решение задач на вычисление активности, ионной силы растворов; применения закона разбавления Оствальда, приближений Дебая-Гюккеля.

4. **"Неравновесные явления в растворах электролитов"**

Лекционное занятие. Движение ионов в электрическом поле. Диффузия и миграция ионов. Электропроводность растворов электролитов: удельная и эквивалентная. Подвижность ионов. Аномальная подвижность ионов гидроксония и гидроксила. Закон Кольрауша. Зависимость подвижности ионов от концентрации и температуры.

5. **"Лабораторная работа"**

Темы лабораторных работ:

1. Измерение электропроводности растворов сильных электролитов

2. Измерение электропроводности раствора слабого электролита и расчет константы диссоциации

3. Определение растворимости и произведения растворимости труднорастворимой соли при различных температурах методом электропроводности

4. Определение термодинамической константы диссоциации слабой кислоты

5. Измерение ЭДС элемента Якоби - Даниэля и расчет термодинамических величин реакции

6. Определение произведения растворимости малорастворимых солей методом потенциометрии

7. Определение константы диссоциации слабой кислоты и константы гидролиза соли

8. Определение pH образования гидроксидов металлов.

Описание лабораторных работ приведено в учебно-методическом комплексе: В.И. Баканов, Н.В. Нестерова. Физическая химия: методические указания к лабораторному практикуму. Часть II "Электрохимия. Химическая кинетика" для студентов 3 курса

направления 04.03.01 "Химия". Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2017. 64 с.

Выполнение лабораторных работ осуществляется в парах по типу "каруселька", т.е. на учебной встрече пара выполняет по одной из приведенных лабораторных работ. Последовательность выполнения работ определяет преподаватель.

После выполнения лабораторной работы студенты оформляют лабораторный отчет.

6. **"Неравновесные явления в растворах электролитов"**

Лекционное занятие. Числа переноса ионов. Методы определения чисел переноса. Теория электрической проводимости растворов сильных электролитов. Уравнение Онзагера. Электрофоретический и релаксационный эффекты. Эффекты Вина и Дебая-Фалькенгагена. Применение метода электропроводности.

7. **"Неравновесные явления в растворах электролитов"**

Лекционное занятие. Электропроводность твердых электролитов и расплавов солей. Ионные сверхпроводники. Электрическая проводимость неводных растворов.

8. **"Неравновесные свойства растворов электролитов"**

Подготовка к выполнению, обработке результатов и защите лабораторных работ: обсуждение неравновесных свойств растворов электролитов; решение задач на вычисление удельной и эквивалентной электропроводности, подвижностей и чисел переноса ионов.

Проверка лабораторных отчетов.

9. **"Основы электрохимической термодинамики"**

Лекционное занятие. Общие сведения. Электрохимический потенциал и равновесие на границе электрод-раствор. Внешний, внутренний, поверхностный, гальвани- и вольта-потенциалы. Возникновение скачка потенциала на границе электрод-раствор.

ЭДС электрохимической цепи. Электродный потенциал. Равновесный и стандартные электродные потенциалы. Уравнение Нернста.

Классификация электродов.

10. **"Лабораторная работа"**

Темы лабораторных работ:

1. Измерение электропроводности растворов сильных электролитов

2. Измерение электропроводности раствора слабого электролита и расчет константы диссоциации

3. Определение растворимости и произведения растворимости труднорастворимой соли при различных температурах методом электропроводности

4. Определение термодинамической константы диссоциации слабой кислоты

5. Измерение ЭДС элемента Якоби - Даниэля и расчет термодинамических величин реакции

6. Определение произведения растворимости малорастворимых солей методом потенциометрии

7. Определение константы диссоциации слабой кислоты и константы гидролиза соли

8. Определение pH образования гидроксидов металлов.

Выполнение лабораторных работ осуществляется в парах по типу "каруселька", т.е. на учебной встрече пара выполняет по одной из приведенных лабораторных работ. Последовательность выполнения работ определяет преподаватель.

После выполнения лабораторной работы студенты оформляют лабораторный отчет.

11. **"Основы электрохимической термодинамики"**

Лекционное занятие. Гальванические цепи. Основные типы гальванических цепей.

Химические источники тока. Гальванические элементы, аккумуляторы, топливные элементы.

Концентрационные цепи; типы концентрационных цепей. Диффузионный потенциал.

12. **"Основы электрохимической термодинамики"**

Лекционное занятие. Связь электрохимической системы с термодинамическими характеристиками реакции. Определение методом ЭДС энергии Гиббса, энтальпии, энтропии химической реакции, коэффициентов активности и чисел переноса. Потенциометрия.

13. **"Растворы электролитов"**

Индивидуальная защита лабораторных работ посредством сдачи коллоквиума.

Вопросы к коллоквиуму

1. Равновесные свойства растворов электролитов. Сильные и слабые электролиты. Свойства растворов слабых электролитов.

2. Равновесия в растворах электролитов. Константа диссоциации. Закон разведения Оствальда.

3. Влияние температуры на константу диссоциации слабого электролита.

4. Термодинамические свойства растворов сильных электролитов. Общая и средняя активности электролита. Коэффициент активности. Ионная сила раствора.

5. Основные положения теории Дебая - Гюккеля. Приближения теории Дебая - Гюккеля.

6. Неравновесные свойства растворов электролитов. Удельная электропроводность раствора электролитов. Зависимость удельной электропроводности от концентрации.

7. Молярная (эквивалентная) электропроводность растворов электролитов. Зависимость молярной электропроводности от концентрации и температуры.

8. Абсолютная скорость движения ионов. Подвижность ионов. Закон Кольрауша.

9. Уравнение Онзагера.

10. Эффекты Вина и Дебая - Фалькенгагена.

11. Метод электропроводности.

12. Измерение электропроводности электролитов. Ячейки для измерения электропроводности.

14. **"Основы электрохимической термодинамики"**

Лекционное занятие. Мембранное равновесие. Мембранный потенциал.

Биологические мембраны, их роль в живом организме. Биоэлектрохимия: прикладные аспекты.

15. **"Двойной электрический слой"**

Лекционное занятие. Причины образования ДЭС. Основные положения теорий строения ДЭС: модели Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна, современные представления.

16. **"Лабораторная работа"**

Темы лабораторных работ:

1. Измерение электропроводности растворов сильных электролитов

2. Измерение электропроводности раствора слабого электролита и расчет константы диссоциации

3. Определение растворимости и произведения растворимости труднорастворимой соли при различных температурах методом электропроводности

4. Определение термодинамической константы диссоциации слабой кислоты

5. Измерение ЭДС элемента Якоби - Даниэля и расчет термодинамических величин реакции

6. Определение произведения растворимости малорастворимых солей методом потенциометрии

7. Определение константы диссоциации слабой кислоты и константы гидролиза соли

8. Определение pH образования гидроксидов металлов.

Выполнение лабораторных работ осуществляется в парах по типу "каруселька", т.е. на учебной встрече пара выполняет по одной из приведенных лабораторных работ. Последовательность выполнения работ определяет преподаватель.

После выполнения лабораторной работы студенты оформляют лабораторный отчет.

17. **"Электрокапиллярные явления"**

Лекционное занятие. Электрокапиллярная кривая. Основное уравнение электрокапиллярности. Уравнение Липпмана. Потенциал нулевого заряда. Емкость двойного электрического слоя.

18. **"Формальная кинетика."**

Лекционное занятие. Основные понятия химической кинетики. Элементарные стадии реакции. Механизм химической реакции. Кинетика простых реакций. Кинетические кривые. Молекулярность, порядок реакций. Методы определения порядка реакции и вида кинетического уравнения.

19. **"Зависимость скорости реакции от температуры"**

Лекционное занятие. Зависимость скорости реакций от температуры. Уравнение Аррениуса, его опытная проверка и теоретическая трактовка. Энергия активации по Аррениусу. Энергетическая диаграмма. Определение энергии активации.

20. **"ЭДС"**

Подготовка к выполнению, обработке результатов, и защите лабораторных работ: обсуждение причин возникновения скачка потенциала на границе электрод-раствор, понятий электродный потенциал и ЭДС электрохимической цепи, классификации электродов, видов гальванических цепей, связи ЭДС с термодинамическими величинами; решение задач на вычисление ЭДС гальванических элементов

21. **"Кинетика сложных реакций"**

Лекционное занятие. Сложные химические реакции. Кинетические уравнения обратимых, параллельных, последовательных реакций. Кинетические кривые данных типов реакций.

22. **"Кинетика сложных реакций"**

Лекционное занятие. Стационарное и квазистационарное протекание реакций. Метод стационарных концентраций.

Обоснование метода. Разбор примеров.

23. **"Лабораторная работа"**

Темы лабораторных работ:

1. Измерение электропроводности растворов сильных электролитов
2. Измерение электропроводности раствора слабого электролита и расчет константы диссоциации
3. Определение растворимости и произведения растворимости труднорастворимой соли при различных температурах методом электропроводности
4. Определение термодинамической константы диссоциации слабой кислоты
5. Измерение ЭДС элемента Якоби - Даниэля и расчет термодинамических величин реакции
6. Определение произведения растворимости малорастворимых солей методом потенциометрии
7. Определение константы диссоциации слабой кислоты и константы гидролиза соли
8. Определение pH образования гидроксидов металлов.

После выполнения лабораторной работы студенты оформляют лабораторный отчет.

24. **"Кинетика сложных реакций"**

Лекционное занятие. Метод квазиравновесного приближения. Разбор задач на использование данного метода.

25. **"Теория активных столкновений"**

Лекционное занятие. Теория активных столкновений (ТАС). Модельные представления ТАС. Выражение для константы скорости. Уравнение Траутса-Льюиса. Стерический множитель. Энергия активации. Достоинства и недостатки теории активных столкновений.

Применение ТАС для описания кинетики мономолекулярных реакций. Схема Линдемана. Недостатки схемы Линдемана.и ее современная трактовка. Теория Хиншельвуда. Понятие о теории РРКМ.

26. **"ЭДС"**

Индивидуальная защита лабораторных работ посредством сдачи коллоквиума.

Вопросы к коллоквиуму

1. Межфазная разность потенциалов. Возникновение скачка потенциала на границе электрод-раствор.

2. Образование двойного электрического слоя на границе электрод - раствор. Строение двойного электрического слоя.

3. Гальванические элементы. ЭДС гальванического элемента,

4. Электродные потенциалы и ЭДС гальванических цепей. Выражение для ЭДС.

5. Типы электродов.

6. Концентрационные цепи. Диффузионный потенциал.

7. Термодинамика обратимых электрохимических систем.

8. Измерение ЭДС гальванических цепей. Методы измерения ЭДС.

9. Потенциометрия. Потенциометрическое определение pH растворов. Стеклянный электрод. Электроды сравнения. Буферные растворы.

Проверка лабораторных отчетов.

Контрольная работа по темам: "Равновесные и неравновесные явления в растворах электролитов" и "ЭДС гальванических цепей". Контрольная работа включает два теоретических вопроса и две задачи.

27. **"Теория активированного комплекса"**

Лекционное занятие. Теория активированного комплекса (ТАК). Поверхность потенциальной энергии. Модельные представления ТАК. Допущения, используемые при построении теории. Статистический и термодинамический аспекты ТАК. Интерпретация стерического множителя. Опытная и истинная энергии активации, их взаимосвязь.Достоинства и недостатки ТАК.

28. **"Лабораторная работа"**

Темы лабораторных работ:

1. Изучение кинетики реакции разложения карбамида в водных растворах методом электропроводности

2. Изучение скорости инверсии тростникового сахара

3. Изучение кинетики реакции иодирования ацетона в кислой среде

4. Изучение скорости разложения перекиси водорода газометрическим методом

5. Изучение кинетики реакции омыления сложного эфира

6. Определение порядка реакции окисления иодид-ионов ионами трехвалентного железа

7. Изучение кинетики реакции восстановления гексацианоферрата (III) аскорбиновой кислотой

Описание лабораторных работ приведено в учебно-методическом комплексе: В.И. Баканов, Н.В. Нестерова. Физическая химия: методические указания к лабораторному практикуму. Часть II "Электрохимия. Химическая кинетика" для студентов 3 курса направления 04.03.01 "Химия". Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2017. 64 с.

Выполнение лабораторных работ осуществляется в парах по типу "каруселька", т.е. на учебной встрече пара выполняет по одной из приведенных лабораторных работ. Последовательность выполнения работ определяет преподаватель.

После выполнения лабораторной работы студенты оформляют лабораторный отчет.

29. **"Кинетика реакций в открытых системах"**

Лекционное занятие. Химические реакции в потоке. Реакторы идеального смешения и идеального вытеснения.

Кинетическое описание простых и сложных реакций в открытых системах.

30. **"Кинетика реакций в растворах"**

Лекционное занятие. Особенности кинетики реакций в растворе. Влияние среды на константу скорости реакции.

Кинетика ионных реакций в растворе. первичный и вторичный солевые эффекты.

31. **"Цепные реакции"**

Лекционное занятие. Цепные реакции. Отличительные особенности цепных реакций. Неразветвленные цепные реакции.Уравнение Боденштейна-Линда.

Разветвленные цепные реакции. Принцип Семенова.

Вероятностная теория цепных реакций.

Пределы воспламенения.

32. **"Кинетика химических реакций"**

Подготовка к выполнению, обработке результатов и защите лабораторных работ.

Студенты должны знать: понятия скорость, порядок, молекулярность химических реакций; методы определения порядка реакций; уравнение, отражающее зависимость скорости реакций от температуры. Решение задач на вычисление скорости, порядка, энергии активации химических реакций.

33. **"Фотохимические реакции"**

Лекционное занятие. Основные законы фотохимии. Первичный и вторичный квантовые выходы. Кинетическая схема Штерна-Фольмера. Зависимость квантовых выходов от различных условий. Радиационно-химические реакции.

34. **"Кинетика электрохимических процессов. "**

Лекционное занятие. Общая характеристика электрохимических процессов. Скорость электрохимической реакции. Ток обмена. Электродная поляризация. Диффузионное перенапряжение.

35. **"Лабораторная работа"**

Темы лабораторных работ:

1. Изучение кинетики реакции разложения карбамида в водных растворах методом электропроводности

2. Изучение скорости инверсии тростникового сахара

3. Изучение кинетики реакции иодирования ацетона в кислой среде

4. Изучение скорости разложения перекиси водорода газометрическим методом

5. Изучение кинетики реакции омыления сложного эфира

6. Определение порядка реакции окисления иодид-ионов ионами трехвалентного железа

7. Изучение кинетики реакции восстановления гексацианоферрата (III) аскорбиновой кислотой

После выполнения лабораторной работы студенты оформляют лабораторный отчет.

36. **"Кинетика электрохимических процессов. "**

Лекционное занятие. Электрохимическое перенапряжение. Теория замедленного разряда. Влияние ДЭС на кинетику разряда-ионизации. Химическое перенапряжение. Фазовое перенапряжение.

37. **"Кинетика гетерогенных реакций."**

Лекционное занятие. Гетерогенные процессы. Общие закономерности. Кинетика гетерогенных реакций. Диффузионная область протекания гетерогенных реакций.

Топохимические реакции. Механизм и кинетические закономерности топохимических реакций.

38. **"Кинетика химических реакций"**

Подготовка к защите лабораторных работ: обсуждение кинетики сложных реакций, решение задач на определение констант скоростей сложных химических реакций и нахождение кинетических уравнений, используя методы стационарных концентраций и квазиравновесного приближения.

Проверка лабораторных отчетов.

39. **"Электрохимическая коррозия металлов"**

Лекционное занятие. Виды коррозии металлов. Условия возникновения коррозионного процесса.

Пассивность металлов.

Методы защиты металлов от коррозии: легирование, ингибиторы, электрохимические методы защиты.

40. **"Лабораторная работа"**

Темы лабораторных работ:

1. Изучение кинетики реакции разложения карбамида в водных растворах методом электропроводности

2. Изучение скорости инверсии тростникового сахара

3. Изучение кинетики реакции иодирования ацетона в кислой среде

4. Изучение скорости разложения перекиси водорода газометрическим методом

5. Изучение кинетики реакции омыления сложного эфира

6. Определение порядка реакции окисления иодид-ионов ионами трехвалентного железа

7. Изучение кинетики реакции восстановления гексацианоферрата (III) аскорбиновой кислотой

После выполнения лабораторной работы студенты оформляют лабораторный отчет.

41. **"Гомогенный катализ"**

Лекционное занятие. Катализ, основные понятия. Механизм гомогенных каталитических реакций. Кинетика гомогенных каталитических реакций.

42. **"Кислотно-основной катализ "**

Лекционное занятие. Виды кислотно-основного катализа: общий кислотно-основной, специфический кислотный, специфический основной; электрофильно-нуклеофильный. Кинетика реакций кислотно-основного катализа. Функция кислотности Гамета.

43. **"Ферментативный катализ"**

Лекционное занятие. Кинетика ферментативных реакций. Способы определения кинетических параметров. Ингибирование ферментативных реакций.

44. **"Лабораторная работа"**

Темы лабораторных работ:

1. Изучение кинетики реакции разложения карбамида в водных растворах методом электропроводности

2. Изучение скорости инверсии тростникового сахара

3. Изучение кинетики реакции иодирования ацетона в кислой среде

4. Изучение скорости разложения перекиси водорода газометрическим методом

5. Изучение кинетики реакции омыления сложного эфира

6. Определение порядка реакции окисления иодид-ионов ионами трехвалентного железа

7. Изучение кинетики реакции восстановления гексацианоферрата (III) аскорбиновой кислотой

После выполнения лабораторной работы студенты оформляют лабораторный отчет.

45. **"Гетерогенные каталитические реакции"**

Лекционное занятие. Стадии и характерные особенности гетерогенных каталитических процессов. Адсорбция на поверхности катализатора. Кинетика гетерогенных каталитических реакций.

46. **"Механизм гетерогенно-каталитических реакций"**

Лекционное занятие. Кислотно-основной гетерогенный катализ. Катализ на поверхности металлов. Возможные лимитирующие стадии гетерогенного катализа.

Теории гетерогенного катализа.

47. **"Кинетика химических реакций"**

Индивидуальная защита лабораторных работ посредством сдачи коллоквиума.

Вопросы к коллоквиуму

1. Основные понятия химической кинетики. Скорость химической реакции. Константа скорости.

2. Кинетика односторонних реакций I и II порядка. Выражение для константы скорости.

3. Молекулярность и порядок реакции. Способы определения порядка реакций.

4. Кинетика двусторонних реакций I порядка. Выражение для константы скорости.

5. Сложные химические реакции. Механизм реакции. Лимитирующая стадия.

6. Зависимость константы скорости от температуры. Энергия активации. Энергетическая диаграмма.

7. Особенности кинетики реакций в растворах.

8. Гомогенный катализ. Механизм гомогенных каталитических реакций. Кислотно-основной катализ.

Проверка лабораторных отчетов.

Контрольная работа по теме: "Кинетика химических реакций". Контрольная работа включает два теоретических вопроса и две задачи.

48. **"Применение катализа в промышленности"**

Лекционное занятие. Обзор областей применения гомогенного и гетерогенного катализа в промышленности.

Контрольное тестирование по материалам лекций 12-30.

49. **"Итоговое занятие"**

Обсуждение результатов контрольной работы.

Проверка лабораторных отчетов.

Сдача задолженностей по коллоквиумам.

4. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Виды СРС
	5 семестр	
1	Основные понятия термодинамики.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Уравнения состояния идеальных и реальных газов. Вириальные уравнения состояния.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
3	Лабораторная работа	Проработка лекций
4	Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия, тепло, работа, теплоемкость.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Термохимия. Закон Гесса и его следствия.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Теплоемкость. Уравнения Кирхгофа.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
7	Защита лабораторной работы	Проработка лекций
8	Второе начало термодинамики для обратимых и необратимых процессов.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
9	Изменение энтропии в разных процессах. Лемма Карно. Теорема Карно–Клаузиуса.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
10	Лабораторная работа	Проработка лекций

11	Теорема Нернста. Постулат Планка. Уравнение Максвелла. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
12	Уравнение Гиббса-Гельмгольца.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
13	Химический потенциал. Фугитивность.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	Защита лабораторной работы	Проработка лекций
15	Основы линейной неравновесной термодинамики.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
16	Элементы статистической термодинамики	Чтение обязательной и дополнительной литературы
17	Лабораторная работа	Проработка лекций
18	Поступательная сумма по состояниям.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
19	Электронная, колебательная, ядерная сумма по состояниям.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
20	Статистические расчеты для идеальных газов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
21	Защита лабораторной работы	Проработка лекций
22	Химическое равновесие	Чтение обязательной и дополнительной литературы
23	Изотерма Вант-Гоффа. Химическое сродство. Уравнение изобары и изохоры химической реакции.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
24	Лабораторная работа	Проработка лекций
25	Адсорбционное равновесие	Чтение обязательной и дополнительной литературы
26	Уравнение Лэнгмюра. Уравнение Брунауэра–Эммета–Теллера.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
27	Фазовое равновесие.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
28	Защита лабораторной работы	Проработка лекций
29	Диаграммы состояния однокомпонентных систем.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
30	Примеры диаграмм состояния однокомпонентных систем. Уравнение Эренфеста.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
31	Лабораторная работа	Проработка лекций
32	Защита лабораторной работы	Проработка лекций
33	Диаграммы состояния конденсированных систем и основные экспериментальные методы их построения.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
34	Диаграмма состояния систем с простой эвтектикой.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
35	Бинарные системы с конгруэнтно плавящимся соединением.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
36	Лабораторная работа	Проработка лекций
37	Бинарные системы с инконгруэтно плавящимся соединением.	Чтение обязательной и дополнительной литературы

38	Диаграммы состояния конденсированных систем.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
39	Защита лабораторной работы	Проработка лекций
40	Диаграммы состояния с расслоением в жидкой фазе и распадом в твердой фазе.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
41	Общие принципы и понятия физико-химического анализа.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
42	Трехкомпонентные системы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
43	Лабораторная работа	Проработка лекций
44	Пространственная диаграмма состояния тройной системы с простой эвтектикой.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
45	Трехкомпонентные системы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
46	Защита лабораторной работы	Проработка лекций
47	Трехкомпонентные системы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
48	Трехкомпонентные системы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
49	Четырехкомпонентные системы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
50	Лабораторная работа	Проработка лекций
51	Основные понятия термодинамики растворов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
52	Функции смешения.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
53	Защита лабораторной работы	Проработка лекций
54	Идеальный, регулярный и атермальный растворы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
55	Предельно разбавленные растворы неэлектролитов.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
56	Коллигативные свойства.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
57	Защита лабораторной работы	Проработка лекций
58	Законы Коновалова.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
59	Экстракция. Перегонка. Ректификация.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
	6 семестр	
1	Равновесные явления в растворах электролитов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Равновесные явления в растворах электролитов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
3	Равновесные явления в растворах электролитов	Проработка лекций
4	Неравновесные явления в растворах электролитов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Лабораторная работа	Проработка лекций

6	Неравновесные явления в растворах электролитов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
7	Неравновесные явления в растворах электролитов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Неравновесные свойства растворов электролитов	Проработка лекций
9	Основы электрохимической термодинамики	Чтение обязательной и дополнительной литературы
10	Лабораторная работа	Проработка лекций
11	Основы электрохимической термодинамики	Чтение обязательной и дополнительной литературы
12	Основы электрохимической термодинамики	Чтение обязательной и дополнительной литературы
13	Растворы электролитов	Проработка лекций
14	Основы электрохимической термодинамики	Чтение обязательной и дополнительной литературы
15	Двойной электрический слой	Чтение обязательной и дополнительной литературы
16	Лабораторная работа	Проработка лекций
17	Электрокапиллярные явления	Чтение обязательной и дополнительной литературы
18	Формальная кинетика.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
19	Зависимость скорости реакции от температуры	Чтение обязательной и дополнительной литературы
20	ЭДС	Проработка лекций
21	Кинетика сложных реакций	Чтение обязательной и дополнительной литературы
22	Кинетика сложных реакций	Чтение обязательной и дополнительной литературы
23	Лабораторная работа	Проработка лекций
24	Кинетика сложных реакций	Чтение обязательной и дополнительной литературы
25	Теория активных столкновений	Чтение обязательной и дополнительной литературы
26	ЭДС	Проработка лекций
27	Теория активированного комплекса	Чтение обязательной и дополнительной литературы
28	Лабораторная работа	Проработка лекций
29	Кинетика реакций в открытых системах	Чтение обязательной и дополнительной литературы
30	Кинетика реакций в растворах	Чтение обязательной и дополнительной литературы
31	Цепные реакции	Чтение обязательной и дополнительной литературы
32	Кинетика химических реакций	Проработка лекций
33	Фотохимические реакции	Чтение обязательной и дополнительной литературы
34	Кинетика электрохимических процессов.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
35	Лабораторная работа	Проработка лекций

36	Кинетика электрохимических процессов.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
37	Кинетика гетерогенных реакций.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
38	Кинетика химических реакций	Проработка лекций
39	Электрохимическая коррозия металлов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
40	Лабораторная работа	Проработка лекций
41	Гомогенный катализ	Чтение обязательной и дополнительной литературы
42	Кислотно-основной катализ	Чтение обязательной и дополнительной литературы
43	Ферментативный катализ	Чтение обязательной и дополнительной литературы
44	Лабораторная работа	Проработка лекций
45	Гетерогенные каталитические реакции	Чтение обязательной и дополнительной литературы
46	Механизм гетерогенно-каталитических реакций	Чтение обязательной и дополнительной литературы
47	Кинетика химических реакций	Проработка лекций
48	Применение катализа в промышленности	Чтение обязательной и дополнительной литературы
49	Итоговое занятие	Проработка лекций

5.Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Критерии оценивания компетенция:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

Код компетенции	Критерии в соответствии с уровнем освоения ОП			Виды занятий (лекции, семинарские, практические, лабораторные)	Оценочные средства (тесты, творческие работы, проекты и др.)
	пороговый (удовл.)	базовый (хор.)	повышенный (отл.)		
УК-4	Знает: основные понятия и терминологию профессионального химического языка Умеет: применять основные профессиональные понятия, термины для составления письменных отчетов по результатам физико-химических исследований Владеет: терминологией специальной литературы по физической химии	Знает: виды и особенности письменных текстов и устных сообщений научной тематики с использованием профессионального химического языка Умеет: понимать узкоспециализированную литературу по проблемам физической химии Владеет: навыками поиска профессиональной информации в библиографических базах данных	Знает: стилистические особенности профессионального представления результатов физико-химических исследований в устной и письменной форме Умеет: подготовить письменный отчет и устное сообщение с использованием специальной литературы физико-химического профиля Владеет: навыками создания связного текста по проблемам физической химии, адаптируя его для целевой аудитории.	Лекции, лабораторные работы	Лабораторные отчеты, контрольные работы, коллоквиумы, устный опрос на занятиях

ОПК-1	Знает: теоретические основы системы знаний о веществах и физико-химических процессах. Умеет: фиксировать значимые результаты физико-химических исследований Владеет: навыками сбора экспериментальных данных	Знает: основные законы и закономерности протекания физико-химических процессов Умеет: Систематизировать и анализировать результаты физико-химических исследований. Владеет: навыками интерпретации результатов исследований на основе теоретических представлений.	Знает: Обоснование теоретических выводов и интерпретацию уравнений, описывающих закономерности протекания физико-химических процессов. Умеет: формулировать заключения и выводы по результатам проведенных исследований Владеет: навыками сопоставления полученных результатов с литературными данными и выявления закономерностей протекания процессов.	Лекции, лабораторные занятия	выполнение лабораторных работ, подготовка и защита отчетов по лабораторным работам; коллоквиумы; контрольные работы
ОПК-5	Знает: основные требования информационной безопасности Умеет: использовать доступные информационные возможности для систематического и осознанного поиска информации с учетом уровня развития технологий	Знает: основные требования информационной безопасности, теоретические основы фундаментальных разделов физической химии. Умеет: использовать доступные информационные возможности для систематического и осознанного поиска, интерпретации, распространения	Знает: информационно-коммуникационные технологии, применяемые для решения стандартных задач профессиональной деятельности Умеет: учитывать основные требования информационной безопасности при решении профессиональных задач Владеет: способностью использования информации с	Лекции, лабораторные занятия	Лабораторные отчеты, контрольные работы, коллоквиумы, устный опрос на занятиях

	Владеет: навыками работы с справочниками физико-химических величин, с информационными базами данных (NIST Chemistry WebBook : NIST Standard Reference Database), электронные базы данных физико-химических величин- ChemIDplus, ChemSpider	учетом уровня развития технологий Владеет: навыками работы с информационными базами данных, навыками построения фазовых диаграмм многокомпонентных систем в программе Edstate 2D и Edstate 3D, навыками работы в современном программном обеспечении для различных методов физико-химического анализа	решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности		
ОПК-6	Знает: основные правила оформления лабораторных отчетов Умеет: обрабатывать результаты исследований с использованием MS Excel Владеет: первичными навыками оформления отчетов с использованием MS Word и MS Excel	Знает: основные операционные системы, применяемые в профессиональном сообществе и их возможности Умеет: использовать несколько программных продуктов для обработки и представления результатов исследований Владеет: навыками использования программ Edstate 2D и Edstate 3D для построения фазовых диаграмм многокомпонентных систем и базовыми навыками оформления отчетов	Знает: требования профессионального сообщества, предъявляемые к представлению результатов исследований Умеет: оформить результаты исследований в виде тезиса доклада Владеет: способностью подготовить и презентовать результаты своей работы в устной форме в соответствии с правилами, принятыми в профессиональном сообществе навыками	Лекции, лабораторные занятия	Лабораторные отчеты, контрольные работы, коллоквиумы, устный опрос на занятиях

ПК-1	Знает: технику безопасности при проведении физико-химических исследований, правила, порядок работы, основные экспериментальные приемы и процедуры при решении исследовательских задач химической направленности **Умеет:** осуществлять выбор оборудования, режимов эксперимента для конкретного материала, собирать лабораторные приборы и конструировать лабораторные установки при выполнении исследовательских работ	Знает: основные инструментальные методы физико-химического исследования при выполнении исследовательских работ Умеет: проводить физико-химические расчеты для решения исследовательских задач при выполнении НИР, прогнозировать ход процесса и конечного результата физико-химического процесса осуществлять выбор оборудования, режимов эксперимента для конкретного материала, решать вопросы по основам безопасности процесса, анализировать причины несоответствия экспериментальных значений теоретическим	Знает: технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных исследовательских задач химической направленности Умеет: выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации, прогнозировать ход процесса и конечного результата физико-химического процесса, решать вопросы по основам безопасности процесса, анализировать причины несоответствия экспериментальных значений теоретическим, формулировать рекомендации по выбору лучших условий - проведения физико-химических процессов, по предупреждению	Лекции, лабораторные занятия	Лабораторные отчеты, контрольные работы, коллоквиумы, устный опрос на занятиях

	Владеет: методами контроля показаний приборов, а также методами лабораторного анализа, навыками элементарной подготовки объектов исследования	Владеет: методами контроля показаний приборов, а также методами лабораторного анализа, методикой расчета погрешностей	и устранению несоответствий между экспериментальными теоретическими значениями. Владеет: навыками работы в современном программном обеспечении, навыками подготовки элементов документации и программ отдельных этапов исследовательской работы		
ПК-2	Знает: основные положения и концепции в области физической химии, области применения физической химии Умеет: решать простые задачи физической химии и химической технологии, выбирать оптимальные условия проведения физико-химического анализа исходя из фазовых диаграмм Владеет: методиками физико-химических анализов,	Знает: основы современных теорий химической термодинамики, кинетики, электрохимии, учения о газах, растворах, химических и фазовых равновесиях, катализа. Умеет: использовать понятия и законы физической химии для объяснения физико-химических процессов, используемых при проведении научно-исследовательской работы дать количественное описание явлений и закономерностей	Знает: обоснование теоретических выводов и интерпретацию уравнений, типовые физико-химические процессы, лабораторное оборудование и аппараты, используемые при проведении научно-исследовательской работы Умеет: составлять литературный обзор по заданной теме, оформлять отчеты о выполненной работе, сформулировать подходы для решения научно-исследовательских задач из областей физи-	Лекции, лабораторные занятия	Лабораторные отчеты, контрольные работы, коллоквиумы, устный опрос на занятиях

	математическими методами решения простых задач физической химии.	в физико - химических системах, оценивать влияние различных факторов на физико-химические процессы Владеет: расчетными методами определения физико-химических величин при решении прикладных задач.	ческой химии, объяснять основные закономерности физико-химических процессов. Владеет: вычислительными методами при решении современных научно-исследовательских задач из области физической химии, навыками поиска информации по заданной тематике. в т.ч., с использованием патентных баз данных)		
ПК-3	Знает: принципы и физико-химические методы исследования с пониманием их сути Умеет: сформулировать подходы в рамках методов физической химии для решения поставленных технологических задач Владеет: практическими навыками создания экспериментальных установок из имеющегося лабораторного оборудования	Знает: теоретические основы и способы применения физико-химических методов при решении задач химической технологии Умеет: проводить физико-химические расчеты для решения конкретных технологичес-ких задач Владеет: основными физико-химическими методами исследований и методиками представления результатов эксперимента	Знает: технику проведения эксперимента с использованием современной аппаратуры для решения технологических задач Умеет: определить оптимальные условия для проведения физико-химического эксперимента при решении конкретных технологических задач Владеет: способностью спланировать основные этапы работы при решениитехнологическ их задач	Лекции, лабораторные занятия	Лабораторные отчеты, контрольные работы, коллоквиумы, устный опрос на занятиях

ПК-5	Знает: теоретические основы физической химии и основные параметры технологических процессов Умеет: грамотно и правильно определять параметры технологических процессов Владеет: теоретическими представлениями физической химии необходимыми для проведения научно-конструкторских работ и технологических испытаний	Знает: представления о структуре химико-технологических систем, типовые химико-технологические процессы производства Умеет: оценивать возможные риски и опасности типовых научно-конструкторских работ и химико-технологических процессов на производстве Владеет: способами обеспечения безопасности при проведении научно-конструкторских работ и технологических испытаний	Знает: систему взаимодействия химического производства и окружающей среды и рекомендации по предупреждению и устранению причин нарушения параметров химико-технологических процессов Умеет: составлять обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме Владеет: навыками поиска необходимой информации в профессиональных базах данных	лекции; лабораторные занятия;	Лабораторные отчеты, контрольные работы, коллоквиумы, устный опрос на занятиях

5.2 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Типовые задачи для подготовки к контрольным работам и экзамену:

ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ

1 Установить взаимосвязь между теплотами химических реакций ΔH и ΔU, протекающих в конденсированной фазе или с участием газообразных веществ.
2 Показать, что в аналитическом выражении первого закона термодинамики δQ не является полным дифференциалом (функцией состояния).
3 Показать, что внутренняя энергия системы является функцией состояния.
4 Рассчитать изменение внутренней энергии при нагревании вещества в широком интервале температур.
5 Рассчитать тепловой эффект химической реакции всеми известными способами.
6 Рассчитать изменение энтальпии при нагревании вещества в широком интервале температур.

7 Дать обоснование второго закона термодинамики по Карно-Клаузиусу.
8 Рассчитать обратимый цикл для идеального газа.
9 Вычислить изменение энтропии при различных обратимых процессах в газах.
10 Рассчитать изменение энтропии при необратимом протекании процесса.
11 Привести 4 основных уравнений Максвелла и дать их обоснование.
12 Применить соотношение Максвелла к фазовым переходам и вывести уравнение Клапейрона - Клаузиуса.
13 Применить соотношение Максвелла для вычисления внутренней энергии системы и энтальпии.
14 Рассчитать абсолютную энтропию вещества.
15 Используя соотношение Максвелла, доказать, что внутренняя энергия идеального газа не зависит от температур.
16 Рассчитать изменение энергии Гиббса при различных температурах и давлениях.
17 Вычислить изменение энтропии в результате химической реакции.
18 Вычислить изменение энтальпии химической реакции при различных температурах.
19 Вычислить изменение энергии Гиббса в процессе химической реакции и сделать выводы о возможности данной реакции.
20 Рассчитать изменение энергии Гиббса химической реакции по уравнению Шварцмана - Темкина.

ЭЛЕМЕНТЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ

1 Вывести уравнение Больцмана.
2 Вывести закон распределения Больцмана.
3 Установить связь термодинамических функций с суммами по состояниям.
4 Установить связь константы равновесия с суммой по состояниям.
5 Привести простейшие суммы по состояниям для отдельных веществ движения молекул.
6 Вычислить энтропию однократного и двухатомного газов статистическим методом.
7 Вычислить общую сумму по состояниям для двухатомной молекулы газа при заданных температуре и давлении.
8 Рассчитать внутреннюю энергию и энтальпию 1 моля идеального газа при заданной температуре.
9 Рассчитать энергию Гиббса для одного моля идеального газа при данной температуре.
10 Рассчитать константу равновесия статистическим методом для простой реакции.

ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

1 Рассчитать константу равновесия химической реакции по термодинамическим данным.
2 Определить направление протекания химической реакции при заданных условиях.
3 Рассчитать теоретический выход продуктов реакции в идеальной системе.
4 Рассчитать температуру, при которой теоретический выход равен заданному.
5 Рассчитать состав газообразной равновесной смеси в ходе химической реакции.
6 Рассчитать состав равновесной смеси при протекании химической реакции по нескольким направлениям.
7 Вычислить выход продуктов реакции в неидеальной газовой смеси.
8 Рассчитать константу равновесия в реакции в неидеальной системе.
9 Составить уравнение зависимости константы равновесия химической реакции от температуры и рассчитать по этому уравнению константу равновесия и состав равновесной смеси.
10 Рассчитать константу равновесия гетерогенной химической реакции.

ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ

1 Вывести уравнение зависимости теплоты фазового перехода от температуры, если известна зависимость p от T.
2 Воспользовавшись уравнением Клаузиуса – Клапейрона, рассчитать температуру плавления вещества при заданном давлении.
3 Объяснить при помощи уравнения Клапейрона - Клаузиуса, почему давление насыщенного пара над жидкостью или над твердой фазой всегда растет при увеличении температуры.
4 Найти изменение энтропии при фазовых переходах.
5 Рассчитать теплоту фазового перехода, если известна зависимость p от T.
6 Рассчитать тройную точку, если известна зависимость p от T.
7 Дать полную интерпретацию диаграммы состояния двухкомпонентной системы:
указать смысл всех полей, линий и точек на диаграмме;
рассмотреть процесс охлаждения расплава заданного состава;
построить кривую охлаждения этого расплава;
при заданной температуре для данной системы вычислить по правилу рычага массы равновесных твердой и жидкой фаз, полученных из 1 кг расплава;
указать составы химических соединений.
8 Назвать основные типы диаграмм состояния двухкомпонентных систем, изобразите их графически.

РАСТВОРЫ НЕЭЛЕКТРОЛИТОВ

1 Рассчитать изменение энтропии и энергии Гиббса при образовании идеального раствора.
2 Вычислить парциальные молярные объемы компонентов бинарного раствора, если известна зависимость общего объема раствора от состава.
3 Вычислить парциальную молярную теплоту растворения данного компонента в растворе, если известна зависимость интегральной теплоты от состава раствора.
4 Вывести уравнение зависимости парциальной молярной энтропии данного компонента от состава раствора.
5 Привести математическую запись термодинамического условия равновесия в многокомпонентной системе при постоянных p и T.
6 Написать и проанализировать уравнения зависимости активности компонента раствора от а) температуры и б) общего давления.
7 Привести вывод и проанализировать уравнение Гиббса - Дюгема.
8 Назвать все возможные способы расчета активности компонентов раствора. Дать их математическое обоснование.
9 Вычислить активность и коэффициент активности растворенного вещества в растворе заданного состава, если известно понижение температуры замерзания растворителя.
10 Вычислить активность и коэффициент активности растворенного вещества в растворе заданного состава. Если известна зависимость давления паров растворителя от состава смеси.
11 Определить температуру замерзания раствора заданного состава.
12 Определить температуру определения раствора заданного состава.
13 Определить осмотическое давление раствора заданного состава.
14 Дать вывод уравнения Шредера.
15 Рассчитать растворимость газа в воде при заданных p и T.
16 Вычислить теплоту растворения вещества в данном растворителе.
17 Какими уравнениями выражаются зависимости общего давления насыщенного пара от состава жидкой смеси из двух летучих компонентов и состава пара.
18 Построить диаграммы состав - парциальное давление и общее давление пара и состав температура кипения для идеальной жидкой смеси.

19 Рассчитать количество молей жидкости и пара, находящихся в равновесии при заданной температуре, исходя из диаграммы состав - температура.
20 Дать обоснование принципа фракционной перегонки жидкостей летучей смеси.

РАВНОВЕСНЫЕ И НЕРАВНОВЕСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

1 Найти степень диссоциации, pH водного раствора слабого электролита, если известна константа диссоциации кислоты или слабого основания.
2 Найти температуру замерзания водного раствора соли заданной концентрации.
3 Найти температуру кипения водного раствора соли заданной концентрации.
4 Рассчитать концентрацию водного раствора соли изоосмотичного с кровью.
5 Вычислить ионную силу раствора, содержащего различные соли.
6 Определить общую и среднюю активность соли в растворе заданной концентрации.
7 Рассчитать потенциальную энергию ионов в разбавленном растворе при заданной концентрации.
8 Рассчитать энергию взаимодействия ионов металлов с ионной атмосферой в разбавленном растворе при данной температуре.
9 Рассчитать средние коэффициенты активности солей в разбавленном водном растворе при заданной температуре.
10 Вычислить степень диссоциации, константу диссоциации и pH раствора, если известна удельная электропроводность раствора слабого электролита.
11 Вычислить растворимость малорастворимой соли при данной температуре, если известна удельная электропроводность насыщенного раствора этой соли.
12 Рассчитать коэффициент диффузии ионов в воде при данной температуре, если известны скорость движения этих ионов.
13 Рассчитать эквивалентную электропроводность водного раствора соли по уравнению Онзагера при заданной температуре.
14 Дать оценку электрофоретического и релаксационного эффектов для разбавленного раствора электролита заданной концентрации.
15 Дать оценку радиуса ионной атмосферы в I приближении теории Дебая - Гюккеля при заданной температуре.
16 Вычислить средний коэффициент активности и активность электролита в водном растворе по криоскопическим данным.
17 Найти растворимость соли в воде по диаграмме состояния двухкомпонентной системы соль - вода.

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ

1 Вычислить электродный потенциал системы, если известны средние коэффициенты активности окисленной и восстановленной формы.
2 Записать уравнение химической реакции, протекающей в данном гальваническом элементе при заданной температуре.
3 Составить гальванический элемент так, чтобы в нем протекала указанная химическая реакция.
4 Установить, осуществима ли химическая реакция в гальваническом элементе, если в реакционной смеси известны концентрации окисленных и восстановленных форм.
5 Вычислить ΔG, ΔH и ΔS при заданной температуре для реакции, протекающей в гальваническом элементе.
6 С помощью таблиц стандартных термодинамических величин определить ЭДС элемента и её температурный коэффициент при $T=298$ К. Установить, работает ли элемент с поглощением тепла или с выделением.
7 Рассчитать произведение растворимости малорастворимой соли по известным значениям стандартных потенциалов.

8 Рассчитать константу равновесия химической реакции, протекающей в гальваническом элементе.
9 Вычислить величину диффузионного потенциала, возникающего при T=298 K на границе растворов различной концентрации или на границе двух различных растворов одинаковой концентрации.
10 Найти химическое сродство металла к кислороду или хлору при атмосферном давлении и данной температуре, исходя из значения стандартной ЭДС.
11 Рассчитать Δ G ионов в растворе по известному значению электродного потенциала.
12 Оценить толщину диффузионной части двойного электрического слоя в разбавленном водном растворе электролита при данной температуре.
13 Рассчитать адсорбцию катионов и анионов на ртути в разбавленном растворе электролита, если известны величины поверхностного натяжения ртути при заданной температуре.
14 Дать обоснование модельным представлениям о строении двойного электрического слоя.

КИНЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

1 Рассчитать порядок реакции и константу скорости по кинетической кривой.
2 Определить порядок реакции и рассчитать константу скорости реакции, протекающей в газовой фазе.
3 Найти время прохождения реакции, если известна константа скорости.
4 Изобразить кинетические кривые для двусторонней реакции I порядка.
5 Дать графическую интерпретацию зависимости концентраций реагирующих веществ от времени для реакции типа $A + B \rightarrow C$.
6 Дать обоснование метода стационарных концентраций Боденштейна.
7 Дать вывод уравнения Аррениуса.
8 Показать, что температурный коэффициент скорости элементарной реакции всегда больше или равен 1.
9 Можно ли не проводя экспериментальных исследований, предсказать порядок величины энергии активации той или иной реакции.
10 Обосновать координаты графика для расчета энергии активации химической реакции.
11 Рассчитать энергию активации данной реакции, если известны количества прореагировавшего вещества при различных температурах.
12 Найти температурную зависимость константы скорости химической реакции.
13 Привести основное уравнение теории активных столкновений.
14 Привести основное уравнение теории активированного комплекса.
15 Найти энергию активации и стерический фактор, если имеются экспериментальные данные по зависимости константы скорости необратимой бимолекулярной реакции от температуры.
16 Получить уравнение для скорости химической реакции по известному механизму.
17 Получить уравнение для скорости мономолекулярной реакции, исходя из механизма Линдемана.
18 Определить теплоту и энергию активации реакции, исходя из кинетических данных при различных температурах.
19 Представить график зависимости $\ln k = f(J)$ для реакции в разбавленном водном растворе при данной температуре.
20 Рассчитать равновесный выход продукта реакции при данной температуре и время, за которое может быть достигнут заданный выход.
21 Для реакции, протекающей в газовой фазе показать графически, как изменяется равновесный выход и скорость этой реакции с температурой.
22 Для цепной реакции получить кинетическое уравнение и рассчитать длину цепи.

КАТАЛИЗ

1. Привести механизмы гомогенных каталитических реакций, протекающих а) в газовой фазе и б) в растворе.
2. Дать вывод уравнения изотермы адсорбции Ленгмюра.
3. Представить на графике изотермы Ленгмюра при различных константах адсорбции.
4. Проверить применимость изотермы Фрейндлиха и Ленгмюра для адсорбции а) в растворе и б) в газовой фазе.
5. Определить порядок и константу скорости каталитической реакции газообразного вещества при данной температуре.
6. Привести механизм гидрирования олефинов на твердом катализаторе.
7. Какие экспериментальные данные необходимы для решения вопроса о том, в какой области протекает рассматриваемая гетерогенная каталитическая реакция.
8. Рассчитать константу скорости реакции гидролиза сложного эфира при различных концентрациях кислоты в растворе.
9. Вывести уравнение для скорости гетерогенной каталитической реакции I порядка, лимитирующей стадией которой является адсорбция исходного реагирующего вещества.
10. Привести выражение для скорости автокаталитической реакции и цепной разветвленной реакции. Указать в чем сходство кинетики этих реакций.

Вопросы для подготовки к коллоквиумам

ТЕРМОХИМИЯ

План коллоквиума

1. Первый закон термодинамики, применение I закона термодинамики к химическим процессам.
2. Внутренняя энергия и энтальпия. Взаимосвязь внутренней энергии и энтальпии. Теплоемкость веществ. Истинная и средняя теплоемкость. Теплоемкости C_p и C_v.
3. Тепловой эффект. Теплота растворения - интегральная теплота растворения и дифференциальная теплота растворения. Теплота разведения. Теплота нейтрализации. Теплота образования кристаллогидратов. Зависимость интегральной теплоты растворения от концентрации раствора.
4. Закон Гесса. Зависимость теплового эффекта физико-химического процесса от температуры. Уравнение Кирхгофа.
5. Принципы калориметрических измерений. Калориметры и их применение. Измерение теплоемкости калориметрической системы. Подготовка и проведение опытов по калориметрическим измерениям.

ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ

ОДНОКОМПОНЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ

План коллоквиума

1. Насыщенный пар. Давление насыщенного пара. Равновесие жидкость - пар.
2. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса, его дифференциальная и интегральная формы для процесса испарения.
3. Применение уравнения Клапейрона - Клаузиуса к различным фазовым переходам.
4. Диаграмма состояния однокомпонентной системы. Диаграмма состояния воды.

ДВУХКОМПОНЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ

План коллоквиума

1. Понятие фазы, компонента, числа степеней свободы. Правило фаз Гиббса.
2. Равновесие твердая фаза - раствор. Диаграмма состояния двухкомпонентной системы.
3. Термический анализ. Кривые охлаждения расплавов индивидуального вещества и

двух кристаллических веществ, кривые охлаждения при отсутствии фазовых превращений.

4. Основные типы диаграмм кристаллизации двухкомпонентных систем. Неизоморфные смеси с простой эвтектикой. Неизоморфные смеси, образующие: а) устойчивое химическое соединение; б) неустойчивое химическое соединение. Изоморфные смеси, образующие твердые растворы.

ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

План коллоквиума

1. Понятие и условия химического равновесия. Признаки химического равновесия.
2. Закон действующих масс. Константа равновесия и способы ее выражения.
3. Уравнение изотермы химической реакции. Химическое сродство.
4. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение Вант-Гоффа. Анализ уравнения Вант-Гоффа.
5. Интегрирование уравнения изобары химической реакции. Вид зависимости Ig K_p от 1/T.
6. Принцип экспериментального изучения химического равновесия.

РАЗБАВЛЕННЫЕ РАСТВОРЫ

План коллоквиума

1. Растворы. Понятие идеальных растворов. Разбавленные растворы. Закон Рауля. Применение закона Рауля. Закон Генри.
2. Химический потенциал компонента в растворе.
3. Причина повышения температуры кипения и понижения температуры замерзания растворов нелетучих веществ по сравнению с чистыми растворителями.
4. Криоскопическая постоянная растворителя, ее физический смысл. Уравнение для теоретического расчета криоскопической константы.
5. Эбулиоскопическая постоянная, ее физический смысл.
6. Определение молекулярной массы растворенного вещества криоскопическим методом.

ВЗАИМНАЯ РАСТВОРИМОСТЬ ЖИДКОСТЕЙ

План коллоквиума

1. Ограниченная растворимость жидкостей. Диаграммы растворимости двухкомпонентной системы. Правило Алексеева.
2. Принцип построения диаграмм состояния трехкомпонентных систем по методам Гиббса и Розебома.
3. Диаграммы состояния жидких трехкомпонентных систем с ограниченной растворимостью компонентов друг в друге. Кривая расслоения.
4. Зависимость взаимной растворимости трех жидкостей от температуры.
5. Принцип определения состава равновесных растворов. Правило Тарасенкова. Нахождение точки Тарасенкова.

ЗАКОН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

План коллоквиума

1. Распределение вещества между двумя растворителями. Закон распределения. Коэффициент распределения.
2. Причина димеризации молекул уксусной кислоты в неполярном растворителе.
3. Каким образом по найденному значению коэффициента распределения можно судить о степени и о диссоциации растворенного вещества.
4. Экстракция из растворов. Расчет количества экстрагированного вещества.

ЖИДКИЕ ЛЕТУЧИЕ СМЕСИ

План коллоквиума

1. Идеальные растворы. Закон Рауля. Жидкие летучие смеси. Зависимость парциального и общего давления пара от состава раствора.
2. Неидеальные растворы. Положительные и отрицательные отклонения.
3. Законы Коновалова и перегонка жидких бинарных смесей. Ректификация.
4. Диаграммы температура - состав. Пояснить принцип перегонки с помощью диаграммы температура - состав. Правило рычага.
5. Азеотропные смеси. Вид диаграмм давление - состав, температура - состав в случае образования азеотропа.

РАВНОВЕСНЫЕ И НЕРАВНОВЕСНЫЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

План коллоквиума

1. Равновесные свойства растворов электролитов. Сильные и слабые электролиты. Свойства растворов слабых электролитов.
2. Равновесия в растворах электролитов. Константа диссоциации. Закон разведения Оствальда.
3. Влияние температуры на константу диссоциации слабого электролита.
4. Термодинамические свойства растворов сильных электролитов. Общая и средняя активности электролита. Коэффициент активности. Ионная сила раствора.
5. Основные положения теории Дебая - Гюккеля. Приближения теории Дебая - Гюккеля.
6. Неравновесные свойства растворов электролитов. Удельная электропроводность раствора электролитов. Зависимость удельной электропроводности от концентрации.
7. Молярная (эквивалентная) электропроводность растворов электролитов. Зависимость λ от концентрации и температуры.
8. Абсолютная скорость движения ионов. Подвижность ионов. Закон Кольрауша.
9. Уравнение Онзагера.
10. Эффекты Вина и Дебая - Фалькенгагена.
11. Метод электропроводности.
12. Измерение электропроводности электролитов. Ячейки для измерения электропроводности.

ЭЛЕКТРОДВИЖУЩИЕ СИЛЫ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

План коллоквиума

1. Межфазная разность потенциалов. Возникновение скачка потенциала на границе электрод-раствор.
2. Образование двойного электрического слоя на границе электрод - раствор. Строение двойного электрического слоя.
3. Гальванические элементы. ЭДС гальванического элемента,
4. Электродные потенциалы и ЭДС гальванических цепей. Выражение для ЭДС.
5. Типы электродов.
6. Концентрационные цепи. Диффузионный потенциал.
7. Термодинамика обратимых электрохимических систем.
8. Измерение ЭДС гальванических цепей. Методы измерения ЭДС.
9. Потенциометрия. Потенциометрическое определение pH растворов. Стеклянный электрод. Электроды сравнения. Буферные растворы.

КИНЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ В РАСТВОРАХ

План коллоквиума

1. Основные понятия химической кинетики. Скорость химической реакции. Константа

скорости.
2. Кинетика односторонних реакций I и II порядка. Выражение для константы скорости.
3. Молекулярность и порядок реакции. Способы определения порядка реакций.
4. Кинетика двусторонних реакций I порядка. Выражение для константы скорости.
5. Сложные химические реакции. Механизм реакции. Лимитирующая стадия.
6. Зависимость константы скорости от температуры. Энергия активации. Энергетическая диаграмма.
7. Особенности кинетики реакций в растворах.
8. Гомогенный катализ. Механизм гомогенных каталитических реакций. Кислотно-основной катализ.

Вопросы для подготовки к экзамену (5 семестр):

1. Термодинамические системы и термодинамические параметры. Обобщенные координаты и обобщенные силы. Уравнение идеального и реального газа. Теплота и работа различного рода.
2. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия.
3. Закон Гесса и его следствия. Термохимия. Зависимость теплового эффекта от температуры.
4. Теплоемкость. Уравнение Кирхгоффа. Зависимость теплоемкости от температуры. Расчет тепловых эффектов реакций.
5. Второй закон термодинамики. Энтропия как тепловая координата состояния. Изменения энтропии для обратимых процессов. Постулат Планка и абсолютная энтропия.
6. Лемма Карно и теорема Карно-Клаузиуса.
7. Фундаментальное уравнение Гиббса и вычисление термодинамических параметров системы. Характеристические функции. Энергия Гельмгольца и энергия Гиббса.
8. Уравнение Максвелла. Расчеты ΔU и ΔH. Условия равновесия термодинамических систем. Работа и теплота химического процесса.
9. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Химический потенциал идеального и реального газов. Метод летучести. Коэффициент активности.
10. .Основы линейной неравновесной термодинамики. Описание необратимых процессов в термодинамике. Неравновесные процессы в однородных системах.
11. Стационарные состояния системы и теорема Пригожина. Неравновесные процессы в непрерывных системах.
12. Макро- и микросостояния систем. Термодинамическая вероятность и энтропия. Закон распределения молекул по энергиям (Закон Больцмана).
13. Сумма по состояниям системы. Связь сумм по состояниям с термодинамическими функциями и константой равновесия.
14. Суммы по состояниям идеального газа и для отдельных видов движения молекул. Статистический расчет термодинамических свойств идеальных и реальных систем.
15. Закон действия масс. Константа равновесия. Различные виды констант равновесия и связь между ними. Химическое равновесие в идеальных и неидеальных системах.
16. Работа химической реакции. Изотерма Вант-Гоффа. Изменение энергии Гиббса и энергии Гельмгольца и направление химической реакции. Химическое сродство.
17. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Гетерогенные химические равновесия.
18. Условия равновесия фаз. Правило фаз Гиббса. Графическое изображение фазовых равновесий. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах.
19. Уравнение Клайперона Клаузиуса и его применение к различным фазовым равновесиям.
20. Диаграммы состояния воды, серы.
21. Фазовые переходы первого, второго рода. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах.

22. Термический анализ.

23. Диаграмма состояния систем с простой эвтектикой. Правило рычага.

24. Диаграммы состояния систем с образованием твердых растворов.

25. Диаграммы состояния с конгруэтно и инконгруэнтно плавящимся соединениям.

26. Трехкомпонентные системы. Графическое представление состава тройных систем.

27. Адсорбционные равновесия. Явление адсорбции. Определение адсорбции по Гиббсу.

28. Изотермы и изобары адсорбции. Уравнение Ленгмюра, его термодинамический вывод и условия применимости.

29. Уравнение Генри. Константа адсорбционного равновесия.

30. Термодинамические функции многокомпонентных систем. Парциальные мольные величины.

31. Уравнение Гиббса-Дюгема. Термодинамическая классификация растворов. Функция смешения для идеальных и неидеальных растворов.

32. Коллигативные свойства. Выражение коллигативных свойств.

33. Уравнения Рауля и Генри. Растворимость твердых веществ.

34. Температуры кипения и замерзания растворов нелетучих веществ. Осмос.

35. Активность и коэффициент активности компонентов растворов.

36. Распределение вещества в двух несмешивающихся растворителях. Экстракция из растворов.

37. Смеси летучих жидкостей. Правила Гиббса-Коновалова.

38. Идеальные летучие смеси. Неидеальные летучие смеси.

39. Перегонка летучих жидких смесей. Ректификация.

40. Азеотропные смеси и их свойства. Ограниченно растворимые летучие смеси.

Вопросы для подготовки к экзамену (6 семестр)

1. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Закон разведения Оствальда.

2. Термодинамика растворов электролитов. Физический смысл коэффициента активности. Общая и средняя активности электролита в растворе.

3. Электростатическая теория растворов сильных электролитов. Модельные представления Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Закон разведения теории Дебая-Гюккеля.

4. Приближения теории Дебая-Гюккеля. В чем заключается различие между тремя приближениями теории Дебая-Гюккеля?

5. Применение теории Дебая-Гюккеля к слабым электролитам. Найдите зависимость $К_д$ от концентрации слабого электролита и температуры.

6. Неравновесные явления в растворах электролитов. Удельная и эквивалентная электропроводности.

7. Релаксационный и электрофоретический эффекты. Дайте оценку релаксационного и электрофоретического эффектов. Как влияют температура и вязкость среды на эти эффекты? Эффекты Вина и Дебая-Фалькенгагена.

8. Приведите уравнения Кольрауша, Дебая-Гюккеля, Онзагера и Онзагера-Фуосса, выражающие зависимость эквивалентной электропроводности сильных электролитов от концентрации. В чем различие между этими уравнениями?

9. Уравнение Онзагера. Применимо ли уравнение Онзагера для слабых электролитов? Справедливо ли уравнение Онзагера для концентрированных растворов сильных электролитов? (Дайте обоснованный ответ).

10. Межфазная разность потенциалов. Возникновение скачка потенциала на границе фаз.

11. Равновесие металл/раствор электролита (металл/малорастворимая соль). Вывести выражение для гальвани-потенциала. Поясните термин «гальвани-потенциал». Как выразить электродный потенциал через гальвани-потенциал?

12. Особенности строения границы раздела двух фаз при наличии в системе ионов и других заряженных частиц.

13. Условия термодинамического равновесия заряженных частиц в двухфазной системе? Поясните термин «электрохимический потенциал.

14. Дайте термодинамический вывод выражения для электродного потенциала. Классификация электродов.

15. Строение двойного электрического слоя (модельные представления Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна, современные).

16. Емкость двойного электрического слоя. Зависимость емкости двойного электрического слоя от потенциала.

17. Электрокапиллярные явления. Уравнение Липпмана.

18. Гальванический элемент. Термодинамический вывод выражения для ЭДС гальванического элемента. Термодинамика гальванического элемента.

19. Концентрационные цепи. Диффузионный потенциал.

20. Кинетическая кривая. Какую информацию можно получить из зависимости концентрации реагирующего вещества от времени? В чем особый смысл константы скорости необратимой мономолекулярной реакции?

21. Порядок реакции. Способы определения порядка химической реакции.

22. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Какие предположения использовал Аррениус при выводе зависимости константы скорости от температуры?

23. Дайте вывод уравнения Аррениуса. Энергия активации. Используя уравнение Аррениуса, покажите, что температурный коэффициент больше 1.

24. Какие постулаты используются при выводе кинетических уравнений двусторонних реакций? Вывести уравнения для расчета констант скоростей обратимой реакции I порядка.

25. Какие постулаты используются при выводе кинетических уравнений последовательных реакций? Изобразите графически изменение концентраций со временем участников последовательной реакции .

26. Кинетика параллельных необратимых реакций I порядка

27. Теория активных столкновений. Каковы основные положения теории активных столкновений? Приведите выражение для константы скорости, вытекающей из теории активных столкновений.

28. Основные положения теории активированного комплекса. Приведите выражения для константы скорости, вытекающие из теории активированного комплекса.

29. Методы стационарных концентраций и квазиравновесного приближения. Дайте обоснование этих методов.

30. Каковы отличительные особенности цепных химических реакций?

31. В чем состоит бимолекулярный механизм мономолекулярных реакций?

32. Кинетика фотохимических реакций. Каковы особенности фотохимических реакций.

33. Кинетика реакций в растворе.

34. Кинетика электрохимических реакций.

35. Гомогенный катализ. Кинетика гомогенных каталитических реакций, протекающих в растворе.

36. Кислотно-основной катализ. Классификация реакций кислотно-основного типа. Кинетика и механизм реакций специфического и общего кислотного катализа.

37. Ферментативный катализ.

38. Активация в гетерогенных каталитических реакциях. Энергетический профиль пути реакции.

39. Гетерогенный катализ. Особенности гетерогенных каталитических реакций.

40. Адсорбция на поверхности катализатора. Изотерма адсорбции.

41. Электрохимическая коррозия. Методы защиты.

5.3 Система оценивания.

Студенты, заработавшие в течение семестра:
от 61 до 76 баллов получают оценку "удовлетворительно";
от 76 до 91 балла - "хорошо";
от 91 до 100 баллов - "отлично".

Студенты, набравшие менее 61 балла и желающие улучшить оценку, полученную по рейтингу, сдают экзамен.

Экзамен проходит в устной форме.

Экзаменационный билет состоит из трех заданий: два теоретических вопроса и задача. Время для подготовки к ответу 40 минут.

В ходе собеседования могут быть заданы дополнительные вопросы.

В первой группе для подготовки к ответу на экзаменационный билет в аудиторию входят 8 студентов. Каждый студент должен иметь ручку, калькулятор, зачетную книжку.

Ответы на экзаменационные вопросы в билете оцениваются по системе:

"отлично" - студент дал полные ответы на теоретические вопросы и решил задачу,

"хорошо" - есть некоторое непонимание сущности вопроса и недочеты при ответе на билет, задача решена,

"удовлетворительно" - студент слабо разбирается в теоретических вопросах, формулирует правильно ответы только при наводящих вопросах экзаменатора, задача самостоятельно не решена, но при помощи экзаменатора доводит решение задачи до логического конца,

"неудовлетворительно" - студент невразумительно или совсем не отвечает на теоретические вопросы, задача не решена, на наводящие вопросы экзаменатора ответить не может.

Оценки объявляются в день проведения экзамена.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

6.1 Основная литература:

1.Стромберг, А. Г. Физическая химия: учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим специальностям / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко. - 7-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2009. - 527 с.

2. Физическая химия: учеб. для вузов: в 2 кн./ под ред. К. С. Краснова. - 2-е изд. - Москва: Высшая школа. Кн. 2: Электрохимия; Химическая кинетика и катализ. - 1995. – 319 с.

6.2 Дополнительная литература:

1. Полторак, О. М. Термодинамика в физической химии: [учеб. для хим. и хим.-технол. спец. вузов] / О. М. Полторак. - Москва: Высшая школа, 1991. - 318 с.

2. Основы химической термодинамики: учеб. пособие для хим. спец. ун-тов/ Е. Н. Еремин. - 2-е изд. - Москва: Высшая школа, 1978. - 391 с.: ил.; 22 см. - Библиогр.: с. 387-388.

3. Эткинс П., де Паула Дж. Физическая химия. В трех частях т.1 РАВНОВЕСНАЯ ТЕРМОДИНАМИКА. М.: Изд-во МИР, 2007. - 496 с.

4.Основы физической химии: пер. с фр./ Ж. Фичини, Н. Ламброзо-Бадер, Ж.-К. Депезе. - Москва: Мир, 1972. - 308 с.: ил.; 22 см. - Библиогр. : с. 301-302.

5. Байрамов, В. М. Основы электрохимии: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. 011000 «Химия» / В. М. Байрамов. - Москва: Академия, 2005. - 240 с.

6. Байрамов, В. М. Основы химической кинетики и катализа: учеб. пособие для студ. хим. фак. ун-тов, обуч. по спец. 011000 «Химия» / В. М. Байрамов. - Москва: Академия, 2003.-256с.

7. Лукомский, Ю. Я. Физико-химические основы электрохимии: [учебное пособие] / Ю. Я. Лукомский, Ю. Д. Гамбург. - 2-е изд., испр. - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 448 с.

8.Дамаскин, Б. Б. Электрохимия: [учеб. пособие для вузов по спец. "Химия"] / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий. - Москва: Высшая школа, 1987. - 295 с.

9. Задачи по физической химии: учеб. пособие для студ., обуч. по спец. 011000 «Химия» и по напр. 510500 «Химия» / В. В. Еремин [и др.]. - Москва: Экзамен, 2005. - 320 с.

10.Физическая химия: пер. с англ. К. П. Бутина/ Питер У. Эткинс; В 2 т.. - Москва: Мир Т. 1. - 1980. - 580 с.

11.Физическая химия: Пер. со 2-го англ. изд., 1961/ Фаррингтон Даниэльс, Р. А. Альберти. - Москва: Высшая школа, 1967. - 783 с.

12.Сборник текстов по физической химии/ М. П. Мицкевич, Ж. П. Плечко. - Москва: Высшая школа, 1963.Основы общей и физической химии: учебное пособие для студентов вузов, изучающих дисциплину "Химия", по направлению подготовки ВПО 011200/ В. В. Еремин, А. Я. Борщевский. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 848 с.

13.Сборник примеров и задач по физической химии: Учебное пособие для студентов химических специальностей университетов УССР/ Г. И. Баталин. - Киев: Изд-во Киев. гос. ун-та, 1960. - 548 с.

14.Сборник примеров и задач по физической химии: [для хим.-технол. вузов]/ Е. В. Киселева, Г. С. Каретников, И. В. Кудряшов. - 5-е изд. - Москва: Высшая школа, 1983.

15.Сборник примеров и задач по физической химии: учеб. пособие для хим.-технол. спец. вузов/ И. В. Кудряшов, Г. С. Каретников. - 6-е изд.. - Москва: Высшая школа, 1991.- 527 с.

16.Задачи по физической химии с решениями = Problems and solutions physical chemistry: перевод с английского/ Л. Лабовиц, Дж. Аренс; пер. с англ. В. П. Вендилло; ред. Ю. В. Филиппов. - Москва: Мир, 1972. - 443 с.: ил.; 22 см. - Библиогр: с. 440-442.

17.Физическая химия - 1: сборник задач : учебно-методическое пособие/ М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т; [сост. Л. Ф. Крылова]. - Новосибирск: РИЦ НГУ, 2014. - 170 с.

18. Физическая химия: учеб. для вузов: в 2 кн./ под ред. К. С. Краснова. - 2-е изд. - Москва: Высшая школа. Кн. 1: Строение вещества; Термодинамика. - 1995. - 512 с.

6.3 Интернет-ресурсы:

1.http://e.lanbook.com/books/;

2. http://znanium.com

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Edstate 2D, Edstate 3D, MS Excel, MS Word

8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для проведения лекционных занятий необходимы: мультимедийное оборудование, аудиторная доска (меловая или маркерная).

Оборудование и реактивы, необходимые для выполнения лабораторных работ приведены в учебно-методических комплексах:

В.И. Баканов, Н.В. Нестерова. Физическая химия: методические указания к лабораторному практикуму. Ч. 1. "Химическая термодинамика, фазовые равновесия, растворы" для студентов 3 курса направления 04.03.01 "Химия" Издательство Тюменского государственного университета, 2016. - 64 с.

В.И. Баканов, Н.В. Нестерова. Физическая химия: методические указания к лабораторному практикуму. Часть II "Электрохимия. Химическая кинетика" для студентов 3 курса направления 04.03.01 "Химия". Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2017. - 64 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной
работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова
23 июня 2021

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Гуров Ю.П. Томчук Н.Н. «Химическая технология». Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, форма обучения очная Тюмень,2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Химическая технология [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Гуров Ю.П., Томчук Н.Н. 2020.

1. Пояснительная записка

Многие отрасли народного хозяйства получили мощное развитие благодаря химии. Химическая промышленность – комплексная отрасль, определяющая уровень НТП, обеспечивающая все отрасли народного хозяйства химическими технологиями и материалами. В основе производственного процесса в химической промышленности чаще всего лежит преобразование молекулярной структуры вещества. Переработка ископаемого сырья обеспечивает народное хозяйство широким перечнем продуктов, многие из которых применяются в различных производствах в качестве основного и вспомогательного сырья. На современном этапе развития инженерной и научной деятельности можно говорить о процессах и аппаратах - как межотраслевом инструменте, а не присущем только химической или смежной технологии.

Задачи дисциплины: сформировать понятийный аппарат, необходимый для самостоятельного восприятия, осмысления и усвоения химико-технологических знаний, представления о взаимосвязи дисциплины с другими химическими, экономическими и экологическими дисциплинами, навыки экспериментальной работы. Главное внимание сосредоточено на изучении общих, фундаментальных закономерностей, методов и приемов их использования для решений типовых задач химической технологии применительно к массовому, промышленному производству и в меньшей степени — на частных, описательных деталях производства, многие из которых могут быть временными и изменяющимися по масштабам производства, его интенсивности и условиям эксплуатации.

1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химическая технология» входит в базовую часть блока дисциплин (Б.1) учебного плана по направлению 04.03.01 «Химия».

В информационном и логическом отношениях курс основан на материале дисциплин «Общая химия», «Неорганическая химия», «Физика», «Вычислительные методы в химии».

Обучающиеся должны предварительно знать: основные представления и законы общей, неорганической, физико-химические основы химических превращений веществ.

Освоение дисциплины «Химическая технология» необходимо для изучения последующих дисциплин «Органическая химия», «Физическая химия», «Высокомолекулярные соединения», выполнения выпускной квалификационной работы.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

В результате освоения ОП выпускник должен обладать следующими компетенциями:

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнидеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	**Знает**: причины и источники возникновения аварий, катастроф, стихийных бедствий, их последствия; методы защиты производственного персонала и населения от воз-можных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.
	Умеет: распознавать источники, причины аварий, катастроф, стихийных бедствий оценивать и предотвращать их раз-витие; выбирать методы защиты персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.
ОПК-1. Способен анализировать и	**Знает:** основные законы фундаментальных разделов химии; физические и химические свойства веществ и их

интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.	важнейших соединений; способы определения фзико-химических свойств важнейших классов органических и неорганических соединений.
	Умеет: предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетнотеоретических работ с использованием теоретических основ химии.
ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.	**Знает:** теоретические основы химического эксперимента, правила техники безопасности.
	Умеет: проводить эксперимент по предлагаемой методике; умеет формулировать отдельные требования к условиям проведения тестов и изучения свойств веществ с соблюдением правил безопасности.
ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.	**Знает:** основы технологий переработки нефти, теоретические и полуэмпирические модели для решении задач химической направленности, использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности
	Умеет: собирать технологическую и статистическую информацию; обрабатывать экспериментальные данные.
ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	**Знает** основные компьютерные программы для представления и интерпретации результатов эксперимента в химической технологии**.**
	Умеет объяснить, какие модельные представления могут быть использованы при планировании эксперимента и интерпретации полученных экспериментальных данных.
ОПК-5. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	**Знает**: понятие информации, виды информации, информационные процессы; способы представления, измерения и хранения информации.
	Умеет: понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности
ОПК-6. Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.	**Знает**: основные требования информационной безопасности применительно к профессиональной сфере деятельности.
	Умеет использовать функции наиболее распротраненных программных продуктов при обработке экспериментальных данных и подготовке научных публикаций и докладов.
ПК-3. Способен выбирать технические средства и методы испытаний для	**Знает:** имеет представление о теории, технических средствах и методах испытаний для решения конкретных технологических задач.

решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации.	**Умеет:** применить на практике знания, правильно поставить цель и предложить методы и пути ее достижения под руководством квалифицированного специалиста.
ПК-4 Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции.	**Знает** технологические про-цессы производства продукции, действующие стандарты и технические условия на выпускаемую продукцию, правила промышленной безопасности.
	Умеет: применять стандартные методы контроля качества производимой продукции, осуществлять подготовку паспорта качества, протоколов испытаний и другой технической документации.

2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		**Всего часов**	**Часов в семестре**
			5
Общий объем	**зач. ед.**	6	6
	час	216	216
Из них:			
Часы аудиторной работы (всего):		152	152
Лекции		68	68
Практические занятия		84	84
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося		64	64
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Экзамен

3. Система оценивания

3.1. Оценка практических работ студентов:

91-100 баллов – студент решил задание полностью, предложил оптимальное решение, аргументировал свой ответ, подтвердил ссылками на литературу;

76-90 баллов – студент выполнил задание полностью, но ход решения не является оптимальным, или студент затрудняется аргументировать выбор решения;

61-75 баллов – студент выполнил задание на 60%, предложен способ решения, есть расчетные данные, но до конца решение не доведено, имеются серьезные недочеты в предложенном решении;

1-60 баллов – студент выполнил 50% задания или допустил серьезную ошибку в выборе решения.

2. Критерии оценки подготовки рефератов и презентаций:

91-100 баллов – студент глубоко и всесторонне усвоил проблему;

свободно владеет материалом, уверенно, грамотно и логично его излагает;

способен связать усвоенные научные положения с практической деятельностью;

делает выводы и обобщения, свободно владеет понятиями.

76-90 баллов – студент хорошо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания из основной литературы;

не допускает существенных неточностей;

аргументирует научные положения;

делает выводы и обобщения;
владеет системой основных понятий.
61-75 баллов – тема раскрыта недостаточно четко и полно, т.е. студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы;
допускает несущественные ошибки и неточности;
испытывает затруднения в практическом применении знаний;
слабо аргументирует научные положения;
затрудняется в формулировании выводов и обобщений;
частично владеет системой понятий.
1-60 балла – студент не усвоил значительной части проблемы;
допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее;
испытывает трудности в практическом применении знаний;
не может аргументировать научные положения;
не формулирует выводов и обобщений;
не владеет понятийным аппаратом.

Для получения экзамена студент должен посещать лекционные и семинарские занятия, полностью и вовремя выполнять практические задания. При условии посещения всех занятий, наличия конспектов и выполненных заданий студент по окончании курса получает экзамен. В противном случае, если пропущено не более 50% занятий, возможна сдача экзамена по билетам (3 вопроса), примерный перечень вопросов приведен в п. 7.1

4. Содержание дисциплины

Таблица 2

4.1. Тематический план дисциплины

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основные понятия химической технологии. Химико-технологические системы (ХТС).	34	16	10	0	0
2.	Сырьевая, энергетическая и конструкционная подсистемы ХТС	32	8	14	0	0
3.	Процессы и аппараты химических производств	28	8	10	0	0

4.	Основы моделирования химико-технологических процессов	34	8	14	0	0
5.	Технология производства неорганических веществ	56	20	20	0	0
6.	Технология производства органических веществ	32	8	16	0	0
7.	Консультация и экзамен	0	0	0	0	6
	Итого (часов)	216	68	84	0	6*

** – учитывает контактную работу на консультации и экзамене.*

4.2. Содержание дисциплины по темам

1. Основные понятия и методы химической технологии. Химико-технологические системы (ХТС)

Химическое производство как сложная система. Понятие о химико-технологических системах (ХТС). Структура ХТС. Качественные (операционно-описательные и иконографические) и математические модели ХТС. Структурная иерархия ХТС: молекулярные процессы → макрокинетика → аппараты → производства → проблемы развития техносферы. Качественные и количественные критерии оценки эффективности ХТС. Материальные и энергетические балансы ХТС. Схемы движения материальных и энергетических потоков. Подсистемы контроля и управления технологическими процессами. Фактор безопасности химического производства.

Важнейшие технологические понятия и определения. Классификация по фазовому признаку. Периодические, полунепрерывные и непрерывные процессы. Определение выходов продукции и коэффициентов полезного использования энергии. Определение мощности, производительности и интенсивности производства. Экономические требования, предъявляемые к рациональному производственному процессу.

Основные задачи и этапы научно-исследовательской, опытно-производственной и проектной деятельности в химической промышленности. Отличительные особенности изучения промышленных химико-технологических процессов по сравнению с лабораторными (химическими и физическими) исследованиями.

Значение термодинамических и кинетических (микро- и макро-) закономерностей для технологии. Факторы, определяющие скорость гомогенно и гетерогенно протекающих реакций. Роль концентрации реагентов, температуры, давления и обновления поверхности контакта реагирующих фаз и других физико-химических факторов на течение химико-технологических процессов; важнейшие способы их регулирования. Влияние макрокинетических факторов: гидродинамики, тепло- и массообмена.

Технологические приемы ускорения и замедления реакций. Катализ. Производственные процессы с применением твердых, жидких и газообразных катализаторов. Значение формы, дисперсности, пористости, прочности и других свойств твердых катализаторов. Носители и промоторы катализаторов.

Критерии эффективности химико-технологических процессов. Сущность и значение оптимизации физико-химических условий проведения химико-технологических процессов. Роль математического моделирования.

2. Сырьевая, энергетическая и конструкционная подсистемы ХТС

Сырьевая и энергетическая база химической промышленности. Основные виды и ресурсы сырья. Задачи стандартизации и кондиционирования сырья. Обогащение сырья, его значение и основные принципы. Физико-химические свойства сырья, на которых основаны процессы обогащения. Комплексное использование сырья. Вода как сырье и компонент химического производства. Промышленные и санитарные требования к воде. Промышленная подготовка воды. Химические, механические, физико-химические и биологические методы очистки вод от природных примесей. Обессоливание и опреснение воды. Пути водооборота в промышленности. Накипи, пути их предотвращения и устранения.

Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах. Энерготехнологические схемы. Экологизация химических производств. Экономическая эффективность химических производств.

Требования химического машиностроения к материалам для изготовления аппаратуры (механической прочности, термической устойчивости, химической стойкости). Важнейшие виды природных, металлических, полимерных и других материалов, а также их сочетаний, используемые в производстве химической аппаратуры.

3. Процессы и аппараты химических производств

Классификация процессов в зависимости от основных законов, определяющих скорость этих процессов: гидромеханические, тепловые, массообменные (диффузионные), механические и химические (реактивные). Сопряжение в химико-технологических аппаратах различных типов процессов. Значение макрокинетических закономерностей в химической технологии.

Гидромеханические процессы. Основы гидравлики. Физические свойства жидкостей. Основное уравнение гидростатики и его практическое значение. Основы гидро- и газодинамики. Характеристика установившихся и неустановившихся потоков, ламинарных и турбулентных течений. Уравнения Бернулли. Приложения уравнения Бернулли для измерения скорости и расхода жидкости. Перемещение жидкостей и газов. Общие сведения о насосах и компрессорных машинах. Основные параметры насосов.

Характеристика гетерогенных систем. Движение тел в вязкой среде. Сопротивление движению тел в вязкой среде. Осаждение частиц под действием силы тяжести. Скорость осаждения. Движение жидкостей через неподвижные и пористые слои. Гидравлика кипящего (псевдоожиженного) слоя. Методы разделения гетерогенных систем.

4. Основы моделирования химико-технологических процессов

Основы моделирования химико-технологических процессов. Физическое моделирование. Теория подобия как научная основа физического моделирования. Основные критерии гидродинамического подобия. Общий вид критериальных уравнений.

Тепловые процессы. Значение тепловых процессов в химической технологии. Виды передачи тепла: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение и соответствующие уравнения теплопереноса. Основное уравнения теплопередачи. Нагревающие агенты и способы нагревания. Конструкция теплообменных аппаратов. Пути повышения эффективности теплообменного оборудования. Выпаривание. Основные представления. Конструкция выпарных аппаратов. Материальный и тепловой баланс выпарного аппарата.

Массообменные процессы. Характеристика процессов массопереноса. Фазовое равновесие. Материальный баланс процессов массопереноса. Рабочие линии. Молекулярная диффузия и конвективный перенос. Абсорбция. Физические основы процесса абсорбции. Материальный и тепловой баланс процесса. Устройство абсорбционных аппаратов. Перегонка жидкостей. Общие сведения о простой перегонке (дистилляции) и ректификации. Характеристика двухфазных систем жидкость- пар. Дифференциальное уравнение простой

перегонки. Ректификация. Характеристика процесса ректификации. Непрерывная ректификация бинарных систем. Число теоретических тарелок (ЧТТ) ректификационной колонны. Устройство ректификационных колонн.

Химические реакционные процессы. Классификация химических реакторов, основы математического моделирования и оптимизация режимов их работы.

5. Технология производства неорганических веществ.

Производство серной кислоты. Виды серусодержащего сырья. Типы печей для обжига сульфидных руд и элементарной серы. Печи с псевдоожиженным (кипящим) слоем. Физико-химические основы и схемы контактного способа производства серной кислоты; равновесные и кинетические условия, катализаторы. Устройство контактного узла и абсорбционной аппаратуры. Пути интенсификации сернокислотного производства. Применение кислорода и давления.

Технология связанного азота. Синтез аммиака. Способы получения азотоводородной смеси: производство азота, водорода и кислорода разделением газовых смесей глубоким охлаждением; конверсионные способы получения азотоводородной смеси из генераторного газа, природного газа; способы получения водорода из коксового газа, воды и др. Очистка газов. Физико-химические основы процесса синтеза аммиака (термодинамические и кинетические особенности). Катализаторы синтеза аммиака. Выбор оптимальных условий синтеза. Технологическая (циркуляционная) схема производства аммиака. Колонны синтеза. Использование тепла реакции. Увеличение единичной мощности аппаратуры.

Производство азотной кислоты. Окисление аммиака и окислов азота. Хемосорбция окислов азота. Физико-химические основы технологических процессов. Применение давления, кислорода. Особенности процесса концентрирования азотной кислоты.

Минеральные соли в сельском хозяйстве. Минеральные удобрения и их классификация. Производство калийных солей. Процессы политермические и флотационные. Основные процессы получения хлористого калия из сильвинита. Методы улучшения свойств удобрений: гранулирование, концентрирование, капсулирование и др. Значение и перспективы производства жидких удобрений. Производство нитрата аммония. Использование тепла реакции. Методы улучшения физических свойств. Синтез мочевины. Физико-химические условия и схемы производства.

Производство хлора и щелочи. Теоретические основы электролиза солевых растворов и расплавов. Производство хлора и едкого натра. Типы электролитических ванн — диафрагменные и с ртутным катодом.

6. Технология производства органических веществ.

Термический крекинг нефтепродуктов. Каталитический крекинг, условия крекинга, катализаторы, получение высокооктановых топлив и углеводородного сырья для химической промышленности.

Производство низших олефинов: этилен, пропилен, бутилены. Пиролиз нефти и нефтепродуктов. Дегидрирование низших алканов. Метатезис. Ацетилен. Производство ацетилена методом электропиролиза и в плазме. Физико-химические основы процесса. Сырье. Условия процесса и технологическая схема. Производство диеновых углеводородов. Производство бутадиена-1,3. Краткий обзор методов производства дивинила.

Синтезы на основе окиси углерода. Промышленные источники окиси углерода. Синтез-газ. Синтез метанола. Производство формальдегида на основе метанола. Гидратация этилена (сернокислотная и прямая). Физико-химические основы процесса. Технологические схемы и катализаторы. Производство ацетальдегида окислением этилена и гидратацией ацетилена. Производство окиси этилена окислением этилена. Переработка окиси этилена. Окисление парафинов. Производство карбоновых кислот и их производных.

Особенности технологии производства ВМС. Сырьевая база для производства полимеров. Реакции полимеризации и поликонденсации, их особенности. Методы получения

полимеров. Производство пластмасс. Основные типы пластмасс: термопластичные и термореактивные. Полимеризационные пластмассы. Полиэтилен. Производство полиэтилена высокого, среднего и низкого давления; свойства и области применения полиэтилена. Поливинилхлорид. Суспензионный и эмульсионный способы производства; свойства и применение поливинилхлорида. Поликонденсационные пластмассы: Фенолальдегидные полимеры. Новолачные и резольные смолы, их строение, производство, свойства и области применения. Натуральный и синтетический каучуки. Старение и свойства каучуков, принципы получения. Изопреновые каучуки. Бутадиеновый каучук, способы получения. Бутадиен-стирольные каучуки. Бутадиеннитрильные каучуки. Бутилкаучук. Переработка каучука в резину. Вулканизация.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	Основные понятия химической технологии. Химико-технологические системы (ХТС).	Проработка лекций и чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Сырьевая, энергетическая и конструкционная подсистемы ХТС	Проработка лекций и чтение обязательной и дополнительной литературы
3	Процессы и аппараты химических производств	Проработка лекций и чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Основы моделирования химико-технологических процессов	Проработка лекций и чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Технология производства неорганических веществ	Проработка лекций и чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Технология производства органических веществ	Проработка лекций и чтение обязательной и дополнительной литературы

6. Промежуточная аттестация по дисциплине

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы к экзамену:

1. Классификация сырья для ХТП. Методы подготовки сырья. Методы обогащения сырья, параметры обогащения. Принципы рационального использования сырья.
2. Вода. Классификация технической воды. Требования к качеству воды. Методы подготовки воды. Принцип рационального использования воды, принцип оборотного водоснабжения.
3. Энергия в химическом производстве. Виды используемой энергии. Источники энергии. Рациональное использование энергии. ВЭР.
4. Классификация ХТП. Основные стадии и скорость ХТП. Химико-технологический режим и технологический параметр.
5. Факторы, влияющие на скорость ХТП. Кинетические уравнения для гетерогенных и гомогенных процессов. Движущая сила процесса.

6. Влияние температуры на скорость ХТП. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Кинетические уравнения для гетерогенных и гомогенных процессов.

7. Термодинамические параметры ХТП: направленность, тепловой эффект, термодинамическое равновесие. Показатели равновесия. Равновесная степень превращения.

8. Катализ, классификация, технологические показатели катализаторов. Катализаторы и механизмы гомогенного катализа.

9. Гетерогенный катализ, его типы. Катализаторы гетерогенных процессов их классификация. Контактные массы.

10. Катализаторы: способы получения, область применения катализаторов. Кинетика, области протекания, типы и показатели гетерогенно-каталитических реакторов.

11. Классификация и характеристика химических реакторов.

12. Гидромеханические процессы. Основы гидравлики. Физические свойства жидкостей. Основное уравнение гидростатики и его практическое приложение.

13. Характеристика установившихся и неустановившихся потоков, ламинарных и турбулентных течений. Уравнения Бернулли. Приложения уравнения Бернулли для измерения скорости и расхода жидкости.

14. Характеристика гетерогенных систем. Движение тел в вязкой среде. Сопротивление движению тел в вязкой среде. Осаждение частиц под действием силы тяжести. Скорость осаждения.

15. Теория подобия как научная основа физического моделирования. Основные критерии гидродинамического подобия (Ньютона, Фруда, Эйлера, Рейнольдса). Общий вид критериальных уравнений.

16. Тепловые процессы. Виды передачи тепла: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение и соответствующие уравнения теплопереноса. Основное уравнения теплопередачи.

17. Выпаривание. Основные представления. Материальный и тепловой баланс выпарного аппарата.

18. Массообменные процессы. Материальный баланс процессов массопередачи. Рабочие линии. Молекулярная диффузия и конвективный перенос.

19. Абсорбция. Физические основы процесса абсорбции. Материальный и тепловой баланс процесса.

20. Перегонка жидкостей. Общие сведения о простой перегонке (дистилляции) и ректификации. Характеристика двухфазных систем жидкость- пар. Дифференциальное уравнение простой перегонки.

21. Ректификация. Характеристика процесса ректификации. Непрерывная ректификация бинарных систем. Число теоретических тарелок (ЧТТ) ректификационной колонны.

22. Производство серной кислоты. Виды серосодержащего сырья. Типы печей для обжига сульфидных руд и элементарной серы.

23. Нитрозный способ получения серной кислоты.

24. Физико-химические основы и схемы контактного способа производства серной кислоты; равновесные и кинетические условия, катализаторы.

25. Технология связанного азота. Синтез аммиака. Способы получения азотоводородной смеси: производство азота, водорода и кислорода разделением газовых смесей глубоким охлаждением; конверсионные способы получения азотоводородной смеси из генераторного газа, природного газа и др.

26. Синтез аммиака. Очистка газов (природного газа и азотоводородной смеси).

27. Физико-химические основы процесса синтеза аммиака (термодинамические и кинетические особенности). Катализаторы синтеза аммиака. Выбор оптимальных условий синтеза. Технологическая (циркуляционная) схема производства аммиака. Колонны синтеза.

28. Окисление аммиака и окислов азота. Хемосорбция окислов азота. Физико-химические основы технологических процессов. Применение давления, кислорода.

29. Производство азотной кислоты. Особенности процесса концентрирования азотной кислоты.

30. Теоретические основы электролиза солевых растворов и расплавов: закон Фарадея, основные показатели, первичные и вторичные процессы.

31. Электролиз водного раствора хлорида натрия. Диафрагменный и мембранный методы электролиза. Методы снижения протекания вторичных процессов.

32. Электролиз с ртутным катодом. Первичные и вторичные процессы. Переработка продуктов электролиза.

33. Технологические процессы в производстве минеральных солей. Характеристика основных методов: обжиг, спекание, растворение и выщелачивание, кристаллизация.

34. Минеральные соли в сельском хозяйстве. Классификация, сырье. Типовые процессы производства солей.

35. Флотационный и галургический способы производства хлорида калия. Основные технологические процессы и стадии производства.

36. Термический крекинг нефтепродуктов (коксование, пиролиз). Механизм крекинга.

37. Состав (элементный, фракционный, углеводородный) и свойства нефтей. Подготовка нефти к переработке. Физические и химические методы переработки нефти. Прямая атмосферно-вакуумная перегонка нефти.

38. Производство диеновых углеводородов. Производство бутадиена-1,3. Краткий обзор методов производства дивинила (Остромысленского, Лебедева, Реппе). Производство дивинила дегидрированием н-бутана в одно- и двухступенчатом процессах. Физико-химические основы процесса. Катализаторы. Технологическая схема.

39. Производство формальдегида на основе метанола. Физико-химические основы процесса. Катализаторы. Технологическая схема, применение формальдегида.

40. Производство непредельных углеводородов. Ацетилен. Производство ацетилена термоокислительным пиролизом. Сырье. Условия процесса. Физико-химические основы процесса. Переработка ацетилена.

41. Окисление жидких и твердых парафинов. Производство карбоновых кислот и их производных.

42. Синтез метанола. Физико-химические основы процесса. Катализаторы. Контактный аппарат. Выделение метанола. Синтезы на основе метанола.

43. Поликонденсационные пластмассы: Фенолальдегидные полимеры. Новолачные и резольные смолы, особенности их строения, производство, свойства и области применения.

44. Парафины, их технические свойства, способы получения, пути использования. Физико-химические основы и технология процессов выделения низших, легких (карбамидная депарафинизация, низкотемпературная кристаллизация, цеолитный метод), твердых парафинов.

45. Физико-химические основы и технология производства изопрена синтезом из изобутена и формальдегида.

46. Физико-химические основы и технология процесса алкилирования бензола олефинами.

47. Процессы галогенирования. Классификация реакций, их энергетическая характеристика, галогенирующие агенты. Методы получения хлористого винила. Фторирование фтористым водородом. Производство фреонов.

48. Производство кислородсодержащих органических соединений. Синтезы на основе окиси углерода. Промышленные источники окиси углерода. Синтез-газ.

49. Производство фенола и ацетона кумольным методом.

50. Производство ацетальдегида. Химизм, механизм, условия и технология одно- и двухстадийного синтеза ацетальдегида на комплексах палладия.

Примерные задачи:

1. Определить массовые доли компонентов в смеси, состоящей из 400 кг бензола и 100 кг толуола

2. Определить плотность пропана и его относительную плотность по воздуху.

3. Пиролизу подвергли 1500 м^3 метана. Степень конверсии метана равна 60%, масса ацетилена в продуктах пиролиза составляет 400 кг. Определить селективность процесса.

4. Производительность реактора дегидрирования н-бутана до н-бутенов составляет 17400 кг целевого продукта в час. Процесс проводят при 600 ºС, и в этих условиях степень конверсии н-бутана равна 30%, а селективность по н-бутенам составляет 75%. Определить вместимость реактора, приняв для расчета константы скорости формулу:

$$lg\, k/ \frac{15200}{4{,}575 * К * Т} - 4{,}6$$

5. Составить материальный баланс обжига колчедана, содержащего 42% S и 4% H_2O. Концентрации SO_2 и SO_3 в сухом обжиговом газе 14,5 и 0,1% объемных. Содержание серы в огарке 1%.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	**УК-8.** Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнидеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	**Знает**: причины и источники возникновения аварий, катастроф, стихийных бедствий, их последствия; методы защиты производственного персонала и населения от воз-можных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий. **Умеет**: распознавать источники, причины аварий, катастроф, стихийных бедствий оценивать и предотвращать их раз-витие; выбирать методы защиты персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.	Коллоквиумы, сообщения, презентации.	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 «Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся
2	**ОПК-1.** Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов,	**Знает:** основные законы фундаментальных разделов химии; физические и химические свойства веществ и их важнейших соединений; способы	Контрольные опросы, доклады на семинарах, отчеты, реферат,	

	наблюдений и измерений.	определения фзико-химических свойств важнейших классов органических и неорганических соединений. **Умеет:** предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетнотеоретических работ с использованием теоретических основ химии.	индивидуальные консультации, экзамен.	ФГАОУ ВО ТюмГУ».
3	**ОПК-2.** Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.	**Знает:** теоретические основы химического эксперимента, правила техники безопасности. **Умеет:** проводить эксперимент по предлагаемой методике; умеет формулировать отдельные требования к условиям проведения тестов и изучения свойств веществ с соблюдением правил безопасности.	Контрольные опросы, отчеты, индивидуальные консультации.	
4	**ОПК-3.** Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.	**Знает** основы технологий переработки нефти, теоретические и полуэмпирические модели для решении задач химической направленности, использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности. **Умеет** собирать технологическую и статистическую информацию; обрабатывать экспериментальные данные.	Контрольные опросы, доклады на семинарах, отчеты, реферат, индивидуальные консультации, экзамен.	

5	**ОПК-4.** Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	**Знает** основные компьютерные программы для представления и интерпретации результатов эксперимента в химической технологии**.** **Умеет** объяснить, какие модельные представления могут быть использованы при планировании эксперимента и интерпретации полученных экспериментальных данных.	Контрольные опросы, отчеты, индивидуальные консультации.	
6	**ОПК-5** Способность использовать существующие программные продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности	**Знает**: понятие информации, виды информации, информационные процессы; способы представления, измерения и хранения информации. **Умеет**: понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности.	Контрольные опросы, доклады на семинарах, отчеты, реферат, индивидуальные консультации, экзамен.	

7	**ОПК-6** Способность представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.	**Знает**: типы операционных систем, используемых в профессиональном сообществе, их основные возможности для решения задач химической направленности. **Умеет**: использовать стандартное программное обеспечение при обработке экспериментальных данных и подготовке научных публикаций и докладов.	Коллоквиумы, доклады на семинарах, отчеты, реферат, индивидуальные консультации.	
8	**ПК-3** Способность выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации.	**Знает:** теорию, основные технические средства и методы испытаний для решения разных технологических задач. **Умеет:** выбрать наиболее эффективный метод и путь достижения цели, поставленной специалистом более высокой квалификации**.**	Контрольные опросы, доклады на семинарах, отчеты, тренинги, экзамен.	
9	**ПК-4** Способность осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции.	**Знает:** правила аттестации и сертификации продукции, ме-тоды проведения испытаний, технологические процессы и режимы производства и стандарты по переработке нефти и газа. **Умеет**: разрабатывать методические материалы, представлять предложения по модернизации разработанных приемов и производственных программ.	Контрольные опросы, доклады на семинарах, отчеты, реферат, индивидуальные консультации, экзамен.	

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература:

1. Ахмедьянова, Р. А. Практикум по общей химической технологии полимеров. Часть 2 : учебное пособие / Р. А. Ахмедьянова, Е. И. Григорьев, А. П. Рахматуллина. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. — 95 с. — ISBN 978-5-7882-1232-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR

BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/63966.html (дата обращения: 03.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. Ю. Закгейм. — Москва : Логос, 2012. — 304 c. — ISBN 978-5-98704-497-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/9103.html (дата обращения: 03.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Солодова, Н. Л. Химическая технология переработки нефти и газа : учебное пособие / Н. Л. Солодова, Д. А. Халикова. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. — 120 c. — ISBN 978-5-7882-1220-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/62720.html (дата обращения: 03.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Альянс 2005. - 753 с.

7.2 Дополнительная литература:

1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: в 2 кн.: учеб. для химико-технологич. спец. Вузов.- 3-е изд. - Москва : Химия. Ч. 1: Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. - 2002. - 400 с.
2. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии: в 2 кн.: учеб. для химико-технологич. спец. вузов.- 3-е изд. - Москва : Химия. Ч. 2: Массообменные процессы и аппараты. - 2002. - 368 с.

7.3 Интернет-ресурсы:

Вискозиметр ВБР-2. [Электронный ресурс]: http://www.korund-ufa.ru/pribory/viskozimetr_vbr-2.php

ГОСТ 10028-81 Вискозиметры капиллярные стеклянные. Технические условия (с Изменениями N 1, 2). [Электронный ресурс]: http://docs.cntd.ru/document/1200023957

ГОСТ 18249-72 Пластмассы. Метод определения вязкости разбавленных растворов полимеров (с Изменениями N 1, 2). [Электронный ресурс]: http://docs.cntd.ru/document/1200020822

ГОСТ 25276-82 (СТ СЭВ 2972-81) Полимеры. Метод определения вязкости ротационным вискозиметром при определении скорости сдвига. [Электронный ресурс]: http://docs.cntd.ru/document/1200020939

http://elibrary.ru Научная электронная библиотека
http://archive.neicon.ru/xmlui/ Архив научных журналов
http://diss.rsl.ru/ Электронная библиотека диссертаций РГБ
http://e.lanbook.com/ Издательство «Лань» Электронно-библиотечная система
http://window.edu.ru/unilib/ Единое окно доступа к образовательным ресурсам
http://znanium.com/ Электронно-библиотечная система
http://www.iprbookshop.ru/ Электронно-библиотечная система IPRbooks

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Электронная библиотека Grebennikon: https://grebennikon.ru/
Межвузовская электронная библиотека: (МЭБ) https://icdlib.nspu.ru/
Национальная электронная библиотека: https://rusneb.ru/
Clarivate Analytics – Web of Science Core Collection: https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=C2ivzMxspGLnBiQvQWN&preferencesSaved=

Royal Society of Chemistry: https://pubs.rsc.org/
American Chemical Society: https://www.acs.org/content/acs/en.html

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

- **Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:**
  - Работа с информационным порталом БМК ТюмГУ.
  - Использование типовых компьютерных программ (Excel, Word, PowerPoint) для решения вычислительных задач, составления отчетов и презентаций.
- **Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:**
  - Онлайн программа ACD/I-Lab https://ilab.acdlabs.com/iLab2/index.php.
  - Платформа для электронного обучения Microsoft Teams

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Аудитории для лекционных и практических занятий должны быть обеспечены мультимедийным оборудованием (компьютер, проектор, система воспроизведения звука и др.). для демонстрации презентаций, видеофильмов и пр., с выходом в Интернет, позволяющие работать в дистанционном режиме.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной работе Института химии
_____ Т.М. Бурханова
01 июня 2020 г.

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Монина Л.Н. Коллоидная химия. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, Профиль: Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Коллоидная химия [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Монина Л. Н., 2020.

1. Пояснительная записка

Дисциплина «Коллоидная химия» практически завершает изучаемые базовые химические дисциплины, т.к. ориентируется на рассмотрение реальных систем. Коллоидная химия выделилась в самостоятельную науку из физической химии, поэтому часто ее также называют «Физико-химия дисперсных систем». Фактически нет ни одной области промышленности, которая в той или иной степени не имела бы дела с дисперсными (коллоидными) системами. Это производство пластических масс, синтетических волокон, клеев, резины, лакокрасочных и строительных материалов, продуктов питания, лекарств и т.п. Велика роль коллоидной химии в решении комплекса задач охраны окружающей среды, включая очистку сточных и природных вод, улавливание аэрозолей, борьбу с эрозией почв и др.

Цель данного курса – повышение общеобразовательного уровня специалистов-химиков, формирование у студентов умения применять основные законы и представления, рассматриваемые в ранее изученных курсах (неорганическая, физическая и органическая химии, физика и т.д.) к дисперсным системам, к которым относятся большинство реальных систем.

Конкретными **задачами** обучения являются:

1) изучение теоретических основ коллоидной химии;

2) закрепление полученных знаний при экспериментальном исследовании коллоидных систем;

3) формирование представлений о прикладном характере и значении объектов коллоидной химии в различных отраслях промышленности, жизнедеятельности человека.

1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1, обязательные дисциплины (Б1.0.20). Преподается в 7 семестре.

Содержание курса базируется на знаниях, приобретённых при изучении базовых обязательных химических дисциплин (неорганическая, аналитическая, физическая, органическая химии), преподаваемых на 1-3 курсах обучения.

Материал, рассматриваемый в курсе, является основным при выполнении выпускной квалификационной работы, связанной с прикладным характером исследования (например, разработка составов смеси и применением поверхностно-активных веществ при увеличении нефтедобыче). Также при изучении материала дисциплины студенты укрепляют практические навыки, приобретенные при прохождении учебной (ознакомительной), производственной (технологической) практик и в рамках научно-исследовательской деятельности (6 семестр).

В начале изучения дисциплины **студент должен**

знать:

- базовые понятия и термины, характеризующие дисперсное состояние вещества, например, гетерогенность, фазовая граница, дисперсность;
- понятие о разнообразии дисперсных систем, строении мицеллы и двойном электрическом слое на границе;
- общие требованиям по технике безопасности в химических лабораториях;

уметь:

- самостоятельно выполнять задания лабораторного практикума;
- использовать понятийный аппарат химических наук;
- грамотно оформлять отчеты по лабораторным работам;
- вести опорный конспект на лекционных занятиях;
- работать в малой группе при выполнении лабораторного практикума

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знает оборудование и его возможности для исследования объектов КХ; способы достижения цели в условиях имеющихся ресурсных ограничений
	Умеет формулировать варианты решения поставленных задач; оценивать возможности и недостатки приборов для решения поставленных задач; подбирать наиболее оптимальные способы решения поставленной задачи в условиях имеющихся ресурсных ограничений
ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	Знает основные правила техники безопасности (ТБ) в химической лаборатории; правила и последовательность работы на оборудовании для исследования свойств дисперсных систем
	Умеет выполнять эксперимент по предложенной методике с соблюдением норм ТБ; формулировать предложения по дополнениям по ТБ при работе по нестандартным операциям; работать в лаборатории согласно комплексной безопасной в химической лаборатории с соблюдением всех норм и регламентирующих актов
ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает основные исследовательские задачи в области коллоидной химии; основные графические зависимости, используемые при изучении свойств дисперсных систем; экспериментальные величины и свойства, которые можно определить, используя лабораторное оборудование; основные методы определения свойств дисперсных систем и изучения явлений, наблюдающихся в дисперсных систем
	Умеет подбирать экспериментальные методики согласно задачам исследования; самостоятельно проводить синтез, химико-аналитический эксперимент по изучению различных свойств дисперсных систем, используя лабораторное оборудование под началом специалиста более высокой квалификации, используя стандартные методики выполнения
ПК-2 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает основные российские и зарубежные научно-информационные сервисы и порталы по поиску информации по объектам КХ; научно-исследовательские центры, работающие в области КХ
	Умеет проводить выборку теоретических основ и интерпретации экспериментальных данных по методам изучения дисперсных систем; работать в наукометрических базах WoS, Scopus, e-library и осуществлять поиск современной информации по

	исследованиям в области КХ; готовить единый информационный материал, используя данные, полученные из различных отечественные и зарубежные источников
ПК-3 Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает основные технологические задачи в области КХ; оборудование, принципы его работы, последовательность выполнения эксперимента при решении поставленных технологических задач; методики определения характеристик и свойств дисперсных систем
	Умеет подбирать условия проведения эксперимента согласно поставленной задаче; формулировать технологические задачи и предлагать пути их решения используя стандартные методики выполнения и под началом специалиста более высокой квалификации; на начальном (базовом) уровне составлять техническое задание для определения свойств дисперсных систем, используя правильно подобранные технические средства и методы решения технологических задач

2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		**Всего часов**	**Часов в семестре**
			7
Общая трудоемкость	**зач. ед.**	5	5
	час	180	180
Из них:			
Часы аудиторной работы (всего):		118	118
Лекции		50	50
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		68	68
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося		62	62
Вид промежуточной аттестации			Экзамен

3. Система оценивания

3.1. Оценивание обучающихся в течение семестра осуществляется на основе балльно-рейтинговой системы. Баллы начисляются студентам за следующие активности:

1) проверочные работы на лекционных занятиях – 0-2,5 балла;
2) выполнение лабораторных работ – 0-1 б.;
3) допуск к лабораторной работе – 0-1 б.;
4) подготовка и сдача отчета по лабораторной работе - 0-2 б.;
5) защиты лабораторных работ – 0-4 б.
6) практические задания – 0-8 б.

Если суммарный балл составляет не менее 61, и студент согласен с итоговой оценкой, ему выставляется оценка согласно шкале перевода:

- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

В случае несогласия студента с итоговой оценкой, ему предоставляется право сдавать экзамен. Форма проведения экзамена – устное собеседование.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Коллоидное состояние вещества	8	4	0	0	0
2.	Свойства поверхностей раздела фаз	8	4	0	0	0
3.	Учение об адсорбции	34	8	0	16	0
4.	Электрические свойства дисперсных систем	18	4	0	8	0
5.	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем	18	4	0	8	0
6.	Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем	16	2	0	8	0
7.	Оптические свойства дисперсных систем	18	4	0	8	0
8.	Структурно-механические и реологические свойства дисперсных систем	12	4	0	4	0
9.	Лиофильные дисперсные системы	12	4	0	4	0
10.	Дисперсные системы с различным агрегатным состоянием фаз	18	4	0	8	0
11.	Прикладные вопросы коллоидной химии	18	8	0	4	0
	Итого (часов)	180	50	0	68	10

4.2. Содержание дисциплины по темам

1. **"Коллоидное состояние вещества"**

Предмет коллоидной химии, специфические особенности дисперсных систем, принципы их классификации, методы получения и очистки.

2. **"Свойства поверхностей раздела фаз и их роль в коллоидных системах"**

Молекулярное давление и поверхностное натяжение. Факторы, влияющие на величину поверхностного натяжения. Свободная поверхностная энергия раздела фаз. Взаимосвязь поверхностной энергии и межмолекулярных взаимодействий в конденсированных фазах. Смачивание, адгезия и когезия, их взаимосвязь. Капиллярное давление и капиллярные явления, поднятие жидкости в капилляре. Практическое значение поверхностных явлений.

3. **"Учение об адсорбции "**

Понятие адсорбции. Связь адсорбции с параметрами состояния. Адсорбция на границе жидкость – газ, уравнение Гиббса. Поверхностная активность, ПАВ и ПИАВ. Строение слоев пав на границе раздела фаз. Коллоидные ПАВ, мицеллообразование. Применение поверхностно-активных веществ. Адсорбция газов и паров на твердой поверхности. Адсорбционные теории Ленгмюра, БЭТ, Поляни. Достоинства и недостатки теорий. Адсорбция из растворов. Особенности адсорбции неэлектролитов и электролитов. Применение адсорбции на твердых адсорбентах к решению вопросов охраны природы: очистка газов, природных и сточных вод.

4. **"Электрические свойства дисперсных систем"**

Общие представления о строении двойного электрического слоя и механизм его возникновения. Представление Гельмгольца, Гуи-Чапмена и Штерна. Электрические явления в дисперсных системах: электрофорез, электроосмос и обратные им процессы (потенциал течения, потенциал седиментации), их практическое значение. Электрокинетический потенциал, факторы, влияющие на его величину. Связь электрокинетического потенциала со скоростью электрокинетических процессов.

5. **"Устойчивость и коагуляция дисперсных систем"**

Сстроение коллоидных мицелл. Устойчивость дисперсных систем. Виды и причины метастабильной устойчивости. Коагуляция, сущность явления коагуляции, факторы, вызывающие коагуляцию. Основы теории коагуляции, теория ДЛФО. Адсорбционно-сольватный, структурно-механический и энтропийный факторы устойчивости. Применение коагуляционных процессов в целях охраны природы.

6. **"Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем"**

Броуновское движение. Диффузия и осмос, их особенности в коллоидных системах. Практическое использование молекулярно-кинетических свойств для исследования коллоидных систем. Седиментация и седиментационный анализ.

7. **"Оптические свойства дисперсных систем"**

Светорассеивание – основное оптическое свойство. Уравнение Рэлея, индикатрисы рэлеевского рассеивания. Оптические методы исследования коллоидных систем (нефелометрия, турбидиметрия, метод спектра мутности).

8. **"Структурно-механические и реологические свойства дисперсных систем "**

Основные понятия и законы реологии. Реологические свойства дисперсных систем, вязкость, текучесть, причины аномалии вязкости дисперсных систем. Структурная вязкость. Структурно-механические свойства дисперсных систем. Факторы, определяющие прочность структур и механизм структурообразования.

9. **"Лиофильные дисперсные системы"**

Коллоидные поверхностно-активные вещества, растворы высокомолекулярных веществ, полиэлектролиты, студни.

10. **"Дисперсные системы с различным агрегатным состоянием фаз"**

На лекции рассматриваются вопросы строения, стабилизации и разрушения таких микрогетерогенных дисперсных систем как суспензий, эмульсий, пен и аэрозолей. Значение в

промышленности, применение в быту паст и порошков. Коллоидная химия и пищевая промышленность.

11. **"Прикладные вопросы коллоидной химии"**

Химические реагенты и технологии для повышения нефтеотдачи пластов, для вскрытия пласта и глушения скважин. Деэмульгаторы, ингибиторы. Современные исследования в области коллоидной химии. Публикации в области коллоидной химии отечественных и иностранных исследователей. Исследованиями в области коллоидной химии, проводимых сотрудниками ТюмГУ.

В течение семестра студенты выполняют 9 лабораторных работ. Последовательность и номер работы задается преподавателем на первом занятии. На лабораторном занятии выполняется 1 работа.

Семестровая **тематика лабораторных работ**:

1-й раздел

1.1.Исследование адсорбции ПАВ на границе раздела ж-г

1.2.Исследования адсорбции ПАВ одного гомологического ряда

1.3.Исследование влияния температуры на энергию поверхностного слоя

1.4.Определение ККМ в растворе ПАВ кондуктометрическим методом

1.5.Определение ККМ по изменению поверхностного натяжения растворов ПАВ

2-й раздел

2.1 Изучение адсорбции уксусной кислоты на активированном угле статическим методом

2.2.Изучение адсорбции карбоновых кислот из водных растворов на силикагеле кондуктометрическим методом

2.3.Изучение адсорбции ПАВ из растворов на твердом адсорбенте (уголь или силикагель)

2.4.Определение времени достижения адсорбционного равновесия в системе активированный уголь – уксусная кислота

2.5.Изучение влияния температуры на константу адсорбционно-десорбционного равновесия при адсорбции уксусной кислоты на активированном угле

3-й раздел

3.1.Синтез золя гидроксида железа, изучение его коагуляции визуальным методом

3.2.Определение порогов коагуляции с помощью фотоэлектроколориметра

4-й раздел

4.1.Определение размеров частиц золя $BaSO_4$

4.2.Определение размеров частиц золя S

4.3. Определение размера частиц нефтяной дисперсной системы методом турбидиметрии

5-й раздел

5.1.Определение электрокинетического потенциала золя гидроксида железа методом электрофореза

5.2.Определение электрокинетического потенциала золя MnO_2

5.3.Определение электрокинетического потенциала золя берлинской лазури

5.4.Получение золя железосинеродистой меди и определение ξ-потенциала методом электрофореза

5.5.Изучение влияния концентрации электролита на величину электрокинетического потенциала

5.6.Изучение влияния температуры на величину электрокинетического потенциала

6-й раздел

6.1.Седиментационный анализ суспензий

6.2.Характеристика агрегативной устойчивости суспензий по кинетике их седиментации

7-й раздел

7.1.Получение эмульсий типа масло-вода

7.2.Получение концентрированных эмульсий

7.3.Изучение кинетики коалесценции

7.4. Определение деэмульгирующей способности ПАВ

7.5. Получение и устойчивость пен

8-й раздел

8.1. Приготовление жидкостей для ГРП на водной основе и определение их вязкости.

8.2. Приготовление жидкостей для ГРП на углеводородной основе и определение их вязкости.

9-й раздел

9.1. Исследование антикоррозионных составов. Определение эффективности ингибиторов коррозии и солеотложения.

Вопросы к защитам лабораторных работ

1-й раздел

1. Поверхностное натяжение, механизм возникновения, связь с удельной поверхностной энергией.

2. Факторы, влияющие на величину поверхностного натяжения. Полная поверхностная энергия.

3. Сущность основных способов определения поверхностного натяжения на границе жидкость – газ.

4. Поверхностно – активные вещества (ПАВ), особенности их химической природы, классификация, применение.

5. Поверхностная активность, физический смысл, метод определения. Факторы, влияющие на величину поверхностной активности. Правило Траубе.

6. Гиббсовская адсорбция, движущая сила, механизм, способ определения. Фундаментальное уравнение Гиббса.

2-й раздел

1. Понятие адсорбции, механизм адсорбции на твердой поверхности. Физическая и химическая адсорбция. Особенности адсорбции из растворов.

2. Уравнение Фрейндлиха, условия его применения. Определение констант уравнения.

3. Уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра, его анализ, условия применимости.

4. Определение констант в уравнении Ленгмюра, их использование для расчета термодинамических характеристик процесса адсорбции и удельной поверхности адсорбента.

3-й раздел

1. Основные методы получения лиофобных дисперсных систем. Коллоидные растворы, строение коллоидных частиц.

2. Устойчивость коллоидных систем, причины и виды устойчивости.

3. Коагуляция. Теория коагуляции электролитами. Порог коагуляции, факторы, влияющие на его величину.

4-й раздел

1. Основные оптические свойства коллоидных систем.

2. Уравнение Рэлея, условия его применимости.

3. Сущность нефелометрического и турбидиметрического методов анализа дисперсных систем.

4. Метод спектра мутности.

5-й раздел

1. Двойной электрический слой. Современные представления теории ДЭС.

2. Строение мицеллы.

3. Электрокинетические явления в коллоидных системах, их сущность, практическое применение.

4. Электрокинетический потенциал. Факторы, влияющие на его величину.

5. Определение электрокинетического потенциала методом электрофореза.

6-й раздел

1. Суспензии, основные свойства, применение.

2. Сущность седиментационного метода анализа. Расчет и построение дифференциальных и интегральных кривых распределения.

7-й раздел

1. Методы получение эмульсий
2. Эмульсии, основные свойства, применение.
3. Получение концентрированных эмульсий
4. Разрушение эмульсий. Коалесценция.
5. ПАВы как эмульгаторы и деэмульгаторы, пеногасители и пенообразователи
6. Получение, разрушение и устойчивость пен.

8-й раздел

1. Структурно-механические свойства дисперсных систем.
2. Ньютоновские и неньютоновкие жидкости.
3. Вязкость жидкостей для ГРП. Методики определения вязкости.
4. Приготовление жидкостей для ГРП на водной и углеводородной основе.

9-й раздел

1. Химические реагенты для ингибирования коррозий.
2. Причины коррозии и солеотложения
3. Исследование антикоррозионных составов. Определение эффективности ингибиторов коррозии и солеотложения.

Примеры тестовых заданий

1. Противоионы в мицелле:
   а) Всегда «+»
   б) Всегда «-»
   в) Адсорбируются на поверхности твердой фазы
2. Потенциалопределяющие ионы в мицелле:
   а) Определяют заряд коллоидной частицы
   б) Знак заряда зависит от заряда ионов, присутствующих в системе в избытке
   в) Образуют плотный и диффузный слои
3. Напишите строение мицеллы золя карбоната кальция, полученного при взаимодействии водных растворов карбоната калия и бромида кальция, если бромид кальция взят в избытке.
   а) Каков заряд ядра?
   б) Противоионами являются ионы:
   в) Потенциалопределяющие ионы:
   г) Укажите заряд мицеллы:
   д) К какому электроду – аноду или катоду – будут двигаться коллоидные частицы при электрофорезе?
4. Золь получен при смешении 15 мл 0,025 молярного раствора хлорида калия и 85 мл 0,005 молярного раствора нитрата серебра. К какому электроду движутся частицы золя при электрофорезе?
   а) К катоду
   б) К аноду
   в) Не движется
5. Теория строения ДЭС Гуи-Чепмена:
   а) Потенциалопределяющие ионы образуют 2 слоя
   б) Противоионы подвижны
   в) Концентрация противоионов уменьшается с увеличением расстояния от

поверхности

6. Краевой угол смачивания раствора, содержащего ПАВ, по сравнению с краевым углом смачивания чистого растворителя:

а) уменьшается;

б) увеличивается;

в) не изменяется;

г) стремится к нулю.

7. Броуновское движение частиц дисперсной системы обусловлено:

а) температурой;

б) малыми размерами;

в) электрическим зарядом;

г) тепловым движением молекул дисперсионной среды.

8. Перечислить вещества, которые могут стабилизировать прямые эмульсии:

а) натрий пропионат;

б) валериановая кислота;

в) желатин;

г) мел;

д) лецитин.

9. Коллоидная химия – это:

а) учение о коллоидах;

б) физическая химия дисперсных систем;

в) раздел физической химии.

10. Для описания процесса адсорбции на твёрдой поверхности наиболее универсальными являются:

а) уравнение БЭТ;

б) уравнение Ленгмюра;

в) уравнение Гиббса;

г) другие.

11. Поверхностное натяжение и удельная свободная поверхностная энергия по величине:

а) всегда равны;

б) иногда равны;

в) никогда не равны.

12. Капиллярное давление играет роль в следующих процессах:

а) смачивания;

б) адсорбции на твёрдом адсорбенте;

в) капиллярной конденсации;

г) поднятия жидкости в капилляре;

д) все ответы правильные.

13. Возможность существования жизни на Земле непосредственно связано со следующими явлениями, протекающими в коллоидных системах:

а) адсорбция;

б) коагуляция;

в) капиллярные процессы;

г) смачивание;

д) рассеяние света;

е) другое.

14. Пороги коагуляции электролитов (ммоль / л) для некоторого золя оказались равными: C (KNO_3) = 50,0; C ($MgCl_2$) = 0,717; C ($AlCl_3$) = 0,093; C (NaCl) = 51,0; C ($MgSO_4$) = 0,810; C ($FeCl_3$) = 0,095. Определить, каков знак заряда частицы золя:

а) положительный;

б) отрицательный.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	Коллоидное состояние вещества	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка к проверочной работе на лекционном занятии
2	Свойства поверхностей раздела фаз	
3	Учение об адсорбции	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка к проверочной работе на лекционном занятии. Подготовка к практическим заданиям. Подготовка допуска, отчета и защиты по лабораторной работе
4	Электрические свойства дисперсных систем	
5	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем	
6	Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем	
7	Оптические свойства дисперсных систем	
8	Структурно-механические и реологические свойства дисперсных систем	
9	Лиофильные дисперсные системы	
10	Дисперсные системы с различным агрегатным состоянием фаз	
11	Прикладные вопросы коллоидной химии	

6. Промежуточная аттестация по дисциплине

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Форма проведения экзамена – устное собеседование.

Экзаменационный билет содержит 3 вопроса: 2 теоретических и 1 задача. На подготовку отводится не менее 45 минут. Студенту, не выполнившему полный объем по лабораторному практикуму, преподаватель имеет право задать по 1 вопросу из соответствующих разделов.

Вопросы для самоконтроля и подготовки к экзамену

1. Что изучает коллоидная химия и каковы признаки ее объектов?
2. Какую роль играет коллоидная химия в промышленности, науке, охране окружающей среды?
3. Какие параметры характеризуют величину дисперсности, как они связаны между собой?
4. Каковы основные типы классификации коллоидных систем, их достоинства и недостатки.
5. Какими методами получают коллоидные системы? В чем сущность диспергационных методов? Насколько правильно относить пептизацию к диспергационным методам?
6. В чем сущность конденсационных методов? Какие условия необходимы для осуществления химической конденсации?
7. От каких примесей и зачем очищают коллоидные растворы?
8. Что такое диализ, электродиализ? Как они осуществляются?
9. Как можно ускорить диализ? Что такое ультрофильтрация?
10. Какие поверхностные явления изучает коллоидная химия?
11. Что такое внутреннее давление, как оно возникает, от чего зависит?
12. Дайте силовое и энергетическое определение поверхностного натяжения. Как оно возникает, от чего зависит его величина?
13. Как термодинамически выражается поверхностное натяжение?

14. Какие методы используются для определения поверхностного натяжения жидкостей и твердых тел? Дать теоретическое обоснование этих методов.

15. Как и почему поверхностное натяжение зависит от температуры?

16. По какому уравнению можно рассчитать полную поверхностную энергию, чем она характеризуется?

17. Что такое когезия, адгезия и смачивание? Какие параметры используют для их количественной характеристики?

18. От каких факторов зависит смачиваемость поверхностей? Какими способами можно влиять на смачиваемость?

19. Чем отличаются гидрофильные и гидрофобные поверхности? Почему при введении ПАВ улучшается смачиваемость водой гидрофобных поверхностей?

20. Запишите уравнения Юнга, Дюпре и Юнга-Дюпре. Для чего они используются?

21. Что такое капиллярное давление? От чего зависит его величина? Выведите уравнение Лапласа.

22. Каковы причины поднятия и опускания жидкости в капилляре? Какое значение имеют эти явления?

23. Почему в капиллярах пар конденсируется при давлениях, более низких, чем на плоской поверхности.

24. Что называется адсорбцией? В чем заключается движущая сила адсорбции? Как количественно характеризуют адсорбцию?

25. В чем отличия хемосорбции и физической адсорбции?

26. Что такое гиббсовская адсорбция, в чем ее механизм? Запишите и охарактеризуйте фундаментальное уравнение Гиббса.

27. Какие вещества называются поверхностно-активными (ПАВ)? Каково их строение?

28. Что такое поверхностная активность, как ее можно определить? От чего зависит величина поверхностной активности? В чем суть правила Траубе?

29. По каким принципам классифицируют ПАВ?

30. Чем отличаются коллоидные ПАВ от истинно-растворимых? Что такое ККМ, как ее можно определить?

31. Как ориентируются молекулы ПАВ в мицеллах, образующихся в водных и органических средах?

32. Что такое солюбилизация? Какое практическое значение имеет это явление?

33. В чем основа использования ПАВ в качестве стабилизатора дисперсных систем? В чем механизм моющего действия ПАВ?

34. Каковы причины и особенности адсорбции на твердой поверхности? Каково ее практическое значение?

35. При каких условиях для описания адсорбции можно применять уравнения Генри и Фрейндлиха? Как определяются константы в этих уравнениях?

36. Каковы основные положения теории Ленгмюра? Каков физический смысл констант, входящих в уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра, как их можно определить?

37. Какие термодинамические и геометрические характеристики можно рассчитать, зная эти константы?

38. При каких условиях выполняется уравнение изотермы адсорбции БЭТ? В чем физический смысл констант в уравнении БЭТ, как их можно определить?

39. В чем преимущества уравнения БЭТ перед другими уравнениями изотерм адсорбции?

40. К каким адсорбентам применима теория Поляни? В чем ее сущность и каковы основные положения?

41. Что такое характеристические кривые, как их можно использовать на практике? Для чего применяют коэффициенты аффинности?

42. Капиллярная конденсация и особенности ее протекания в пористых адсорбентах. В

каких случаях необходимо учитывать это явление при адсорбционных процессах?

43. В чем особенности молекулярной и ионной адсорбции из растворов? Каково их практическое применение?

44. Каковы возможные причины возникновения двойного электрического слоя (ДЭС) на межфазной поверхности? В чем особенности его строения с позиций теорий Гельмгольца, Гуи-Чапмена и Штерна?

45. От каких факторов и как зависит потенциал на границе плотной и диффузной части ДЭС? Подтвердите это соответствующими уравнениями.

46. Что такое электрокинетический потенциал, от чего зависит его величина?

47. Что такое электрокинетические явления, в чем их механизм? Какое практическое значение имеют прямые и обратные электрокинетические явления?

48. Как взаимосвязаны скорость электрокинетических явлений и электрокинетический потенциал?

49. Каков механизм образования мицелл в лиофобных системах? Изобразите строение и запишите формулу какой-либо мицеллы.

50. В чем заключается разница между лиофильными и лиофобными дисперсными системами? Назовите виды устойчивости дисперсных систем в соответствии с классификацией Пескова. Объясните причины устойчивости.

51. Какие вещества используют в качестве стабилизаторов дисперсных систем? Механизм их действия.

52. Какой процесс называют коагуляцией? Чем завершается коагуляция? Какими способами можно вызвать коагуляцию?

53. Каково различие между нейтрализационной и концентрационной коагуляцией лиофобных золей электролитами? Как влияет заряд коагулирующего иона на порог коагуляции?

54. В чем суть теории устойчивости ДЛФО? Что такое расклинивающее давление и каковы причины его возникновения? Назовите составляющие расклинивающего давления.

55. Приведите примеры потенциальных кривых взаимодействия между частицами для дисперсных систем различной степени устойчивости. Каковы особенности коагуляции в первичном и вторичном энергетических минимумах в соответствии с теорией ДЛФО?

56. Какова взаимосвязь между скоростью коагуляции и видом потенциальной кривой взаимодействия частиц? В чем отличие медленной и быстрой коагуляции?

57. Какие параметры дисперсной системы влияют на скорость коагуляции в соответствии с теорией Смолуховского? Чем отличаются константы скорости быстрой и медленной коагуляции?

58. В чем состоит сущность броуновского движения? Чем оно обусловлено?

59. Как количественно можно охарактеризовать интенсивность броуновского движения? В чем заключаются различия в молекулярно-кинетических свойствах коллоидных и истинных растворов?

60. Что является движущей силой диффузии? Какими особенностями отличается диффузия в коллоидных системах по сравнению с диффузией в истинных растворах?

61. Каковы особенности осмоса в дисперсных системах? Значение этого явления.

62. В чем заключается сущность практического применения диффузии и осмоса для определения дисперсности коллоидных систем?

63. Что такое седиментационная устойчивость, чем она объясняется?

64. Каким образом проводится седиментационный анализ суспензий, в чем заключается его теоретическая основа?

65. Как изменится вид интегральных и дифференциальных кривых распределения по мере приближения полидисперсной системы к монодисперсной?

66. Что такое диффузионно-седиментацонное равновесие, каковы его особенности?

67. Какие оптические явления наблюдаются при падении луча света на дисперсную систему?

68. Что такое рэлеевское рассеяние, каковы условия его осуществления? Охарактеризуйте уравнение Рэлея.

69. В чем сущность нефелометрического и турбидиметрического методов определения дисперсности золей?

70. Как проводится анализ методом спектра мутности? В чем его достоинства и недостатки?

71. Каковы особенности реологических свойств коллоидных систем?

72. Вязкость жидкостей для ГРП. Методики определения вязкости.

73. Химические реагенты для ингибирования коррозий. Механизм их действия. Причины коррозии и солеотложения.

74. Исследование антикоррозионных составов. Определение эффективности ингибиторов коррозии и солеотложения.

75. Чем отличаются микрогетерогенные системы от истинных коллоидов? Каковы особенности суспензий, эмульсий, пен и порошков? Приведите примеры их практического использования.

76. Современные направления исследования в области коллоидной химии.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знает оборудование и его возможности для исследования объектов КХ; способы достижения цели в условиях имеющихся ресурсных ограничений	Подготовка допуска, отчетов и защита лабораторных работ	Последовательность выполнение работы, используемые расходные материалы, оборудование и методы достижения поставленной цели; формулировка задач; действия при условии ограничения ресурсов. Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ"
		Умеет формулировать варианты решения поставленных задач; оценивать возможности и недостатки приборов для решения поставленных задач; подбирать наиболее оптимальные способы решения поставленной задачи в условиях имеющихся ресурсных ограничений		

2	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	Знает основные правила техники безопасности (ТБ) в химической лаборатории; правила и последовательность работы на оборудовании для исследования свойств дисперсных систем Умеет выполнять эксперимент по предложенной методике с соблюдением норм ТБ; формулировать предложения по дополнениям по ТБ при работе по нестандартным операциям; работать в лаборатории согласно комплексной безопасной в химической лаборатории с соблюдением всех норм и регламентирующих актов	Выполнение лабораторных работ	Выполнение лабораторной работы согласно техники безопасности и контроль расхода реактивов. Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ"
3	ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает основные исследовательские задачи в области коллоидной химии; основные графические зависимости, используемые при изучении свойств дисперсных систем; экспериментальные величины и свойства, которые можно определить, используя лабораторное оборудование; основные методы определения свойств дисперсных систем и изучения явлений, наблюдающихся в дисперсных систем	Подготовка допуска, отчета и защита лабораторных работ. Практические задания	Самостоятельная формулировка задач, последовательности исследования, обоснование выбранной методики исследования. Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ"

		Умеет подбирать экспериментальные методики согласно задачам исследования; самостоятельно проводить синтез, химико-аналитический эксперимент по изучению различных свойств дисперсных систем, используя лабораторное оборудование под началом специалиста более высокой квалификации, используя стандартные методики выполнения		
4	ПК-2 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает основные российские и зарубежные научно-информационные сервисы и порталы по поиску информации по объектам КХ; научно-исследовательские центры, работающие в области КХ	Практические задания. Подготовка и защита лабораторных работ	Работа с несколькими источниками информации, современными исследованиями. Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ"
		Умеет проводить выборку теоретических основ и интерпретации экспериментальных данных по методам изучения дисперсных систем; работать в наукометрических базах WoS, Scopus, e-library и осуществлять поиск современной информации по исследованиям в области КХ; готовить единый информационный материал, используя данные, полученные из различных отечественные и зарубежные источников		

5	ПК-3 Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает основные технологические задачи в области КХ; оборудование, принципы его работы, последовательность выполнения эксперимента при решении поставленных технологических задач; методики определения характеристик и свойств дисперсных систем	Подготовка допуска, отчета и защита лабораторных работ. Практические задания	Изменение методики исследования и ее обоснование под поставленные технологические задачи. Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ"
		Умеет подбирать условия проведения эксперимента согласно поставленной задаче; формулировать технологические задачи и предлагать пути их решения используя стандартные методики выполнения и под началом специалиста более высокой квалификации; на начальном (базовом) уровне составлять техническое задание для определения свойств дисперсных систем, используя правильно подобранные технические средства и методы решения технологических задач		

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература:

1. Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной химии : учебник / Д. А. Фридрихсберг. — 4-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1070-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/4027 (дата обращения 07.05.2020)

2. Волков, В. А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник / В. А. Волков. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-1819-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/65045 (дата обращения 07.05.2020)

3. Гельфман, М. И. Коллоидная химия : учебник / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-0478-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/91307 (дата обращения 07.05.2020)

7.2. Дополнительная литература:

1. Физическая и коллоидная химия. Практикум : учебное пособие / П. М. Кругляков, А. В. Нуштаева, Н. Г. Вилкова, Н. В. Кошева. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1376-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/5246 (дата обращения 07.05.2020)

2. Зима Т.М. Коллоидная химия. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Зима Т.М.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017.— 71 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/91220.html.— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 07.05.2020)

3. Кириченко О.А. Практикум по коллоидной химии [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Кириченко О.А.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Прометей, 2012.— 110 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/18601.html.— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 07.05.2020)

4. Коллоидная химия. Примеры и задачи [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.Ф. Марков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 188 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69612.html.— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 07.05.2020)

5. Манжай В.Н. Нефтяные дисперсные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Манжай В.Н., Чеканцева Л.В.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2016.— 148 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/83974.html.— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 07.05.2020)

6. Нестеров А.А. Дисперсные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Нестеров А.А., Баян Е.М., Рыбальченко И.В.— Электрон. текстовые данные.— Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2018.— 136 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/87641.html.— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 07.05.2020)

7.3 Интернет-ресурсы:

eLIBRARY – Научная электронная библиотека http:// www.elibrary.ru/

Базы библиографических данных: http:// www.scopus.com/,

Единое окно доступа к образовательным ресурсам: http://window.edu.ru/window/

ИБЦ ТюмГУ: http://www.tmnlib.ru/jirbis/

Вестник ТюмГУ: http://vestnik.utmn.ru/

Ресурсы Института открытого образования (Московский государственный университет печати): http://www.hi-edu.ru/

Информационный портал «Геология и геодезия», дисперсные системы и промывочные жидкости, применение в нефтедобычи: http://geologinfo.ru/

Информационный портал по нефтедобыче, основные понятия физико-химической механики нефтяных дисперсных систем: http://infoneft.ru/index.php?action=full_article&id=569

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

ProQuest Dissertations &Theses Global / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: https://search.proquest.com/index

American Chemical Society / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: https://www.acs.org/content/acs/en.html

Royal Society of Chemistry / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России» URL: https://pubs.rsc.org/

Clarivate Analytics – Web of Science Core Collection / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России» URL: https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=C2ivzMxspGLnBiQvQWN&preferencesSaved=

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

Пакет стандартных программ MS Office в лекционном кабинете и в лаборатории. Выход в сеть Интернет. Платформа для электронного обучения Microsoft Teams

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий. Для проведения лекционных и лабораторных занятий необходимо мультимедийное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием. Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа № 110а на 15 посадочных мест оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель; доска аудиторная; мультимедийное проекционное и акустическое оборудование; ПК рабочая станция СКАТ в сборе: системный блок в комплекте с монитором (2 рабочих места); pH- метр (pH-150МИ); аквадистиллятор ДЭ-40; весы M-ER 326 AFU 6/01; весы торсионные ВТ-500; кондуктометр/концентратомер лабораторный АНИОН-4100; мешалка магнитная (ПЭ-6110); учебно-лабораторный комплекс «Химия» (модуль «Термический анализ», модуль «Электрохимия»); насос вакуумный «2НВР-5ДМ»; поляриметр круговой (СМ-3); рефрактометр ИРФ-454 Б2М; сталагмометр СТ-2; фотометр КФК-3; шкаф вытяжной лабораторный; электроплитки лабораторные. На ПК установлено следующее программное обеспечение:

Офисное ПО: операционная система MS Windows, офисный пакет MS Office, платформа MS Teams, офисный пакет LibreOffice, антивирусное ПО Kaspersky;

Обеспечено проводное подключение ПК к локальной сети и сети Интернет.

Оснащенность лабораторных помещений и условия работы в них обучающихся должны соответствовать требованиям техники безопасности по работе с химическими реактивами.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной
работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова/
23 июня 2021 г.

КРИСТАЛЛОХИМИЯ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Хритохин Н.А. Кристаллохимия. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Кристаллохимия [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2021.
© Хритохин Н.А., 2021.

1. Пояснительная записка

Кристаллическое состояние для твердых веществ - самое распространенное и устойчивое. Основной признак кристаллического состояния - симметричность, строгая трехмерная периодичность, или дальний порядок расположения составляющих, в пределе - атомно-молекулярных частиц. Это приводит к правильной, пряможеберной и плоскогранной форме кристаллов. Упорядоченность имеет отношение и к обычным трехмерным кристаллическим объектам, и к их структуроопределяющим фрагментам меньшей мерности - слои, ленты, цепи. Такое строение приводит к понятию кристаллической решетки. Обладающие дальним порядком расположения атомно-молекулярные частицы называются узлами кристаллической решетки. Решетка может рассматриваться и как совокупность узлов, и узловых рядов, и узловых плоскостей, причем разными сериями параллельных узловых рядов и плоскостей. Последнее имеет решающее значение для рентгеновской дифракции и для рентгенографического метода, важнейшего в исследовании кристаллических объектов. С математической точки зрения, решетка — это геометрический образ группы трансляций, или периодов идентичности. Поэтому аппарат групп симметрии, лежащий в основе описания как непериодических (например, молекулярные частицы; описание точечными группами симметрии), так и периодических (например, кристаллические решетки; описание пространственными группами симметрии) объектов, базируется на теории групп, это раздел высшей алгебры. Вообще симметрия – важнейшее свойство кристаллов, и изучению разных аспектов симметрии посвящена значительная часть данного курса.

Цель дисциплины формирование у студентов представления о строении кристаллов, а также о связи его со свойствами кристаллов и природой химического взаимодействия.

Задачами изучения дисциплины «Кристаллохимия» является формирование у студентов:

1. представления об основах аппарата симметрии, о точечных и пространственных группах;
2. умения описывать симметрию периодических (идеальные кристаллические структуры) и непериодических объектов;
3. умения работать с моделями идеальных кристаллических структур и их элементарных ячеек;
4. практических навыков исследования кристаллов.

1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины, обязательная часть. Дисциплина осваивается в 7 семестре.

Для освоения требуются, знания физики, математики, неорганической химии, основ квантовой химии и строения вещества.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины *(модуля)*

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)
ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.	Знает: классификацию групп симметрии; классификацию кристаллографических групп; принципы построения пространственных групп
	Умеет: расшифровывать рентгенограммы; индицировать рентгенограммы; вычислять параметры решетки
ОПК-5. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач	Знает: возможности методов математической статистики; структуру регрессионного анализа; принципы математической обработки результатов
	Умеет: обрабатывать массивы результатов эксперимента; обрабатывать двумерные выборки; строить коридоры ошибок

профессиональной деятельности	
ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.	Знает: структуру уровней аппарата симметрии; типы симметрических преобразований; принципы формирования групп симметрии
	Умеет: анализировать свойства кристаллов на основе их симметрии; анализировать симметрию кристаллов на основе рентгенограмм; анализировать свойства кристаллов на основе характера химических связей
ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы.	Знает: принципы формирования табличных пространственных характеристик; структуру базы PDF; принципы вычисления кристаллических характеристик из данных рентгенографического анализа
	Умеет: применять поправки Гольдшмидта; находить справочные данные в базе PDF; обрабатывать первичную рентгенометрическую информацию
УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).	Знает: взаимосвязь международной классификации с символикой Шенфлиса; принципы построения федоровских групп симметрии; принципы построения базы PDF
	Умеет: переводить понятия аппарата симметрии на язык международной классификации; определять принадлежность пространственных групп соответствующей сингонии; готовить информацию к статьям и докладам по структурной химии с использованием пакета Microsoft Office

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	**Всего часов** (академические часы)	**Часов в семестре** (академические часы)
		7 семестр
Общий объем зач. ед.	**4**	**4**
час	**144**	**144**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	102	102
Лекции	34	34
Практические занятия	68	68
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**42**	**42**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		зачет

3. Система оценивания

3.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости - проверка усвоения учебного материала, регулярно проходит на протяжении семестра. Осуществляется в течение семестра в виде устного опроса студентов на занятиях, выполнения заданий:

-коллоквиум;

-контрольная работа;
-тест.
Промежуточная аттестация осуществляется в виде зачета.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Учение о симметрии	18	3	5	0	0
2.	Симметрия кристаллической решетки	19	2	10	0	0
3.	Рентгенография	10	3	7	0	0
4.	Химические связи в кристаллах	13	5	8	0	0
5.	Шаровые кладки и упаковки	9	4	5	0	0
6.	Кристаллохимические радиусы	15	2	5	0	0
7.	Изоморфизм и полиморфизм	11	3	8	0	0
8.	Кристаллохимия простых веществ	29	9	10	0	0
9.	Кристаллохимия химических соединений	20	3	10	0	0
10.	Консультации и зачет	0	0	0	0	6*
	Итого (часов)	**144**	**34**	**68**	**0**	**6***

** – учитывает контактную работу на консультации и зачет.*

4.2. Содержание дисциплины по темам

Тема 1. Учение о симметрии

Предмет и история кристаллохимии. Общие свойства кристаллов. Основной закон кристаллохимии (Гольдшмидт-Капустинский).

Учение о симметрии. Операции симметрии. Группы симметрии.

Закрытые операции и элементы симметрии. Поворот и поворот с инверсией. Поворотные оси и инверсионные оси. Плоскости симметрии. Свойства инверсионных осей. Проекции закрытых элементов симметрии. Взаимосвязь между закрытыми элементами симметрии.

Оси высшего порядка. Точечные группы, категории, семейства. Зеркальные повороты и зеркально-поворотные оси. Символика Шенфлиса.

Открытые операции и элементы симметрии. Винтовой поворот и отражение со скольжением. Винтовые оси и плоскости скользящего отражения. Сочетания элементов симметрии с трансляциями. Взаимосвязь между элементами симметрии (симметричности). Пространственные группы.

Тема 2. Симметрия кристаллической решетки

Кристаллическая структура. Трансляция. Группы трансляций. Кристаллическая решетка, базис. Симметрия кристаллической решетки. Голоэдричские группы. Особые направления в решетке. Кристаллографические системы координат, правила выбора. Координатный крест. Параметры решетки. Элементарная ячейка, проекция. Сингония. Кристаллографические точечные группы. Способы размещения узлов в элементарной ячейке. Типы Бравэ. Основные структурные типы кубических решеток. Число формульных единиц в элемебнтарной ячейке.

Индексы узлов, узловых рядов и плоскостей. Межплоскостные расстояния. Вычисление параметров решетки.

Тема 3. Рентгенография

Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах (Лауэ). Понятие о рентгенографии. Уравнение Брэгга-Вульфа. Порядок отражения. Представление о рентгенофазовом анализе. Рентгенометрическая картотека дифрактометрических данных. Рентгеновская плотность кристаллов.

Тема 4. Химические связи в кристаллах

Химические связи в кристаллах: ковалентные, ионные, металлические, вандерваальсовы. Координационное число и координационный многогранник. Типы гетеродесмических структур: островные, цепочечные и ленточные, слоистые, каркасные. Символика записи координационных структур и фрагментов.

Тема 5. Шаровые кладки и упаковки

Плотнейшие шаровые упаковки (ПШУ). Мотивы упаковки: гексагональный и кубический. Пустоты в ПШУ: тетраэдрические и октаэдрические. Многослойность ПШУ. Слойность ПШУ. Способы записи ПШУ. Шаровые кладки и пустоты в них.

Тема 6. Кристаллохимические радиусы

Кристаллохимические радиусы, физический смысл, соотношение с орбитальными, типы: ионные, металлические, ковалентные, вандерваальсовы. Вычисление ионных радиусов: метод Ланде. Таблицы кристаллохимических радиусов. Поправки Гольдшмидта.

Тема 7 Изоморфизм и полиморфизм

Изоморфизм и полиморфизм (Митчерлих). Аллотропия. Представление о термодинамических теории фазовых равновесий. Фазовые превращения в кристаллических системах. Фазы переменного состава. Твердые растворы, типы: замещения, внедрения, вычитания. Параметры решетки твердых растворов. Правило Вегарда. Условия проявления изоморфизма. Правило Руайе-Юм-Розери. Антиизоморфизм. Морфотропия и автоморфотропия. Политипия. Изотопная морфотропия. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм. Закон диагональных рядов Ферсмана. Разрыв смешиваемости в гетеровалентных изоморфных системах (Хлопин-Никитин). Изоморфизм с заполнением пространства. Фазы внедрения.

Зависимость свойств кристаллов от их строения. Структурно-чувствительные и структурно-нечувствительные физические свойства кристаллов.

Строение реальных кристаллов. Точечные и пространственные (дислокации) дефекты. Типы точечных дефектов (Шоттки, Френкель).

Движение дефектов. Типы дислокаций: линейные и винтовые. Обнаружение дислокаций: методы травления и испарения.

Тема 8. Кристаллохимия простых веществ

Кристаллохимия простых веществ. Металлы, основные структурные типы и аномальные структуры. Неметаллы. Правило Юм-Розери.

Тема 9. Кристаллохимия химических соединений

Бинарные соединения. Структуры в рамках теории шаровых кладок и упаковок. Ажурные структурные мотивы (АСМ): структуры островные, цепочечные и ленточные, слоистые и координационные.

Трехэлементные соединения. Перовскит. Сегнетоэлектрики. ВТСП. Шпинели (нормальные и обращенные). Коэффициент обращения в шпинелях. Ферриты.

4.2.1. Коллоквиум

1. Описать симметрию заданного объекта.
2. Перечислить подгруппы заданной точечной группы.
3. Записать символ точечной группы минимального порядка, включающей заданные элементы симметрии в указанной взаимной ориентации.
4. В атомной кристаллической структуре, содержащей атомы элементов А и В, атом А располагается в начале кристаллографической координатной системы. Известны тип решетки и координаты нескольких атомов В. Нарисовать проекцию элементарной ячейки, установить простейшую формулу соответствующего химического соединения и число формульных единиц в элементарной ячейке.
5. Определить тип решетки по заданному виду примитивного параллелепипеда повторяемости и нарисовать проекцию элементарной ячейки.
6. Определить тип решетки, возникающей при растяжении заданной структуры вдоль заданного направления, и нарисовать проекцию элементарной ячейки.

4.2.2. Контрольная работа

1. По заданному кратчайшему межатомному (межионному) расстоянию в заданной структуре данного вещества, кристаллизующегося в кубической сингонии, вычислить плотность последнего.
2. По заданному параметру решетки данного вещества (кубическая сингония, структурный тип известен) вычислить плотность последнего.
3. Известна плотность некоторого кристаллического соединения двух заданных элементов, образующих между собой несколько соединений с известной кристаллохимией (тип и параметры решетки, число формульных единиц в элементарной ячейке). Установить, плотность которого соединения дана.
4. Известны плотность данного кристаллического вещества и его структурный тип (решетка кубическая). Вычислить параметр решетки.
5. Известен брэгговский угол данного рефлекса на рентгенограмме некоторого кристаллического вещества, полученной на данном излучении (длина волны известна). Чему равен этот угол, если съемку вести на другом излучении (длина волны известна)?
6. Известен параметр решетки некоторого вещества, кристаллизующегося в кубической сингонии. Вычислить брэгговский угол, отвечающий отражению заданного порядка рентгеновского излучения (длина волны известна) от серии узловых плоскостей с заданными индексами Миллера.
7. Определить слойность ПШУ по заданной комбинации мотивов упаковки.
8. Известно описание кристаллических структур некоторого химического соединения в рамках теории ПШУ. Установить формулу соединения.
9. Известны плотность и структурный тип данного металла. Вычислить его металлический радиус.

4.2.3. Тест

1. Какая ПШУ отличается по симметрии от остальных?
   1). ABABA
   2). ABCAB
   3). ABCBA
   4). ABCBC
2. Которое из соединений имеет структуру обращенной шпинели?
   1). Co_3O_4
   2). $FeCr_2O_4$
   3). Fe_3O_4
   4). Mn_3O_4
3. Которое из соединений имеет структуру нормальной шпинели?
   1). $CuFe_2O_4$
   2). $FeCr_2O_4$

3). Fe_3O_4

4). $NiFe_2O_4$

4. Сколько пустот в ячейке заданного структурного типа?

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	2	3
1	Учение о симметрии	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Симметрия кристаллической решетки	Проработка лекций
3	Рентгенография	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Химические связи в кристаллах	Проработка лекций
5	Шаровые кладки и упаковки	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Кристаллохимические радиусы	Проработка лекций
7	Изоморфизм и полиморфизм	Проработка лекций
8	Кристаллохимия простых веществ	Чтение обязательной и дополнительной литературы
9	Кристаллохимия химических соединений	Чтение обязательной и дополнительной литературы

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Промежуточная аттестация осуществляется в виде зачета. Студенты, набравшие по результатам балльно-рейтинговой аттестации при изучении курса 61 балл, получают зачет.

Студенты, набравшие меньшее количество баллов, сдают зачет по вопросам к зачетному занятию, включающим как теоретический вопрос, так и практическую задачу.

Вопросы к зачету

1. Предмет и задачи кристаллохимии. Кристаллохимия как часть химии и как метод исследования химических веществ. Основной закон кристаллохимии (Гольдшмидт, Капустинский). Общие свойства кристаллов. Формула Эйлера-Декарта.
2. Основные этапы истории рентгеноструктурного анализа и кристаллохимии.
3. Типы химических связей в кристаллах. Энергия связей. Гомо- и гетеродесмические структуры. Характер структуры. Примеры.
4. Структурные типы. Изоструктурность. Описание простейших кристаллических структур.
5. Изоморфизм. Структура твердых растворов.
6. Полиморфизм, политипия, морфотропия. Монотропные и энантиотропные полиморфные превращения.
7. ПШУ и ПШК. Описание кристаллических структур простых веществ в рамках представлений о ПШУ и ПШК.
8. Пустоты в ПШУ и ПШК. Описание кристаллических структур бинарных и трехэлементных соединений в рамках представлений о ПШУ и ПШК. Примеры.
9. Кристаллические структуры металлов.

10. Кристаллические структуры простых веществ, образованных *p*-элементами VIII, VII и VI групп периодической системы.

11. Кристаллические структуры простых веществ, образованных *p*-элементами V, IV и III групп периодической системы.

12. Кристаллические структуры интерметаллидов.

13. Кристаллические структуры бинарных соединений, описываемые в рамках представлений о ПШУ и ПШК.

14. Общая характеристика кристаллических структур бинарных соединений. Примеры. Ажурные структурные мотивы (АСМ).

15. Общая характеристика кристаллических структур трехэлементных соединений.

16. Структурный тип перовскита. Сегнетоэлектрики. ВТСП.

17. Структурный тип шпинели. Нормальная (прямая) и обращенная шпинель. Коэффициент обращения. Ферриты и их свойства.

18. Структуры силикатов. Цеолиты.

19. Значение рентгеноструктурного анализа и кристаллохимии для химии и молекулярной биологии. Базы структурных данных.

20. Понятие о рентгенографии. Автоматические дифрактометры.

21. Метод порошка в рентгенографии. Индексы Миллера. Межплоскостные расстояния. Уравнение Брэгга-Вульфа. Порядок отражения. Рентгенограмма. Представление о рентгенофазовом анализе.

22. Сравнение разных дифракционных методов изучения кристаллической структуры.

23. Группы симметрии. Операции и элементы симметрии. Закрытые операции и элементы симметрии. Инверсия. Поворотные и инверсионные оси, свойства. Описание симметрии непериодических объектов. Примеры.

24. Точечные группы, символы, принципы их построения. Предельные группы. Примеры.

25. Проекции элементов симметрии.

26. Символики Германа-Могена и Шенфлиса. Зеркальные повороты и зеркально-поворотные оси, соотношения с инверсионными.

27. Трансляции, их дискретные группы. Кристаллическая решетка, ее базис. Примитивные и непримитивные параллелограммы и параллелепипеды повторяемости.

28. Симметрия решетки. Голоэдрические группы, их свойства. Особые направления в решетке, их свойства.

29. Кристаллографические координатные системы, их выбор. Базис кристаллографической координатной системы. Координатный крест. Элементарная ячейка. Параметры решетки. Виды кристаллографических координатных систем для разных типов симметрии решетки. Сингония.

30. Способы размещения узлов в элементарной ячейке. Типы Бравэ. Проекция элементарной ячейки.

31. Основные структурные типы для кубической сингонии. Число формульных единиц в элементарной ячейке. Рентгеновская плотность кристалла.

32. Кристаллографические точечные группы. Симметрия кристаллического многогранника. Примеры.

33. Открытые операции и элементы симметрии.

34. Пространственные группы симметрии (симморфные и несимморфные), принцип их вывода.

35. Кристаллохимические радиусы, соотношение с орбитальными. Ионные радиусы. Метод Ланде. Металлические, ковалентные, вандерваальсовы радиусы. Поправки Гольдшмидта.

36. Что называется элементарной ячейкой?

37. Что называется кристаллической решеткой?

38. В атомной кристаллической структуре, содержащей атомы элементов A и B, атом A располагается в начале кристаллографической координатной системы. Известны тип решетки и координаты нескольких атомов B. Нарисовать проекцию элементарной ячейки, установить

простейшую формулу соответствующего химического соединения и число формульных единиц в элементарной ячейке.

39. Определить тип решетки по заданному виду примитивного параллелепипеда повторяемости и нарисовать проекцию элементарной ячейки.

40. Определить тип решетки, возникающей при растяжении заданной структуры вдоль заданного направления, и нарисовать проекцию элементарной ячейки.

41. По заданному кратчайшему межатомному (межионному) расстоянию в заданной структуре данного вещества, кристаллизующегося в кубической сингонии, вычислить плотность последнего.

42. По заданному параметру решетки данного вещества (кубическая сингония, структурный тип известен) вычислить плотность последнего.

43. Известна плотность некоторого кристаллического соединения двух заданных элементов, образующих между собой несколько соединений с известной кристаллохимией (тип и параметры решетки, число формульных единиц в элементарной ячейке). Установить, плотность которого соединения дана.

44. Известны плотность данного кристаллического вещества и его структурный тип (решетка кубическая). Вычислить параметр решетки.

45. Какое физическое явление лежит в основе рентгеноструктурного анализа? Что представляет собой материальная субстанция, рассеивающая рентгеновские лучи?

46. Кем и когда была открыта дифракция рентгеновских лучей на кристаллах?

47. Какие характеристики кристалла можно получить с помощью уравнения Брэгга-Вульфа?

48. Известен брэгговский угол данного рефлекса на рентгенограмме некоторого кристаллического вещества, полученной на данном излучении (длина волны известна). Чему равен этот угол, если съемку вести на другом излучении (длина волны известна)?

49. Известен параметр решетки некоторого вещества, кристаллизующегося в кубической сингонии. Вычислить брэгговский угол, отвечающий отражению заданного порядка рентгеновского излучения (длина волны известна) от серии узловых плоскостей с заданными индексами Миллера.

50. Привести примеры островных кристаллических структур простых и сложных веществ.

51. Привести примеры цепочечных и ленточных кристаллических структур простых и сложных веществ.

52. Привести примеры слоистых кристаллических структур простых и сложных веществ.

53. Привести примеры координационных структур химических соединений.

54. Привести примеры кристаллических структур AX, где металл имеет координационный полиэдр в виде а) октаэдра, б) тригональной призмы.

55. Привести примеры кристаллических структур AX, где атомы A координированы а) по тетраэдру, б) по квадрату.

56. Описать кристаллическую структуру гексахлороплатината (IV) калия.

57. В чем сходство и различие структур кальцита и арагонита?

58. Какие координационные числа и координационные полиэдры характерны для атомов неметаллических элементов?

59. Какие координационные числа и координационные полиэдры характерны для атомов металлических элементов?

60. Какие координационные числа и координационные полиэдры характерны для атомов металлов, образующих ковалентные связи с атомами неметаллов?

61. Какие виды координации (координационное число, координационный полиэдр) встречаются у атомов углерода и кремния?

62. Привести примеры галогенидов AX_2, где X=F, Cl, Br, I, имеющих цепочечную, слоистую и координационную кристаллическую структуру.

63. Какой структурный тип получится, если из структуры перовскита удалить атомы кальция?

64. Какой структурный тип получится, если из структуры перовскита удалить атомы кислорода?

65. Какой структурный тип получится, если из структуры перовскита удалить атомы титана?

66. Привести примеры металлов, структура которых представляет собой двухслойную ПШУ.

67. Привести примеры металлов, структура которых представляет собой трехслойную ПШУ.

68. Определить слойность ПШУ по заданной комбинации мотивов упаковки.

69. Известно описание кристаллических структур некоторого химического соединения в рамках теории ПШУ. Установить формулу соединения.

70. Сколько пустот в ячейке заданного структурного типа?

71. Известны плотность и структурный тип данного металла. Вычислить его металлический радиус.

72. Какая ПШУ отличается по симметрии от остальных?

1). ABABA

2). ABCAB

3). ABCBA

4). ABCBC

73. Кем и когда были изучены первые кристаллические структуры? Какие это были структуры?

74. Кому принадлежат первые кристаллохимические обобщения? Когда они были сделаны и в чем заключались?

75. Привести примеры изоструктурных простых веществ (металлы и неметаллы).

76. Привести примеры бинарных химических соединений, кристаллизующихся изоструктурно.

77. Привести примеры изоструктурных кристаллов трехэлементных химических соединений.

78. Привести примеры изовалентного изоморфизма.

79. Привести примеры гетеровалентного изоморфизма.

80. Что такое твердые растворы замещения? Привести примеры.

81. Что такое твердые растворы внедрения? Привести примеры.

82. Что такое твердые растворы вычитания? Привести примеры.

83. Привести примеры политипии.

84. Привести примеры морфотропии.

85. Привести примеры металлов, кристаллизующихся в структурном типе α-Fe.

86. Привести примеры аномальных кристаллических структур металлов.

87. Какую структуру имеют кристаллы простых веществ, образуемых p-элементами VIII группы периодической системы?

88. Как видоизменяется кристаллическая структура в ряду Cl_2-Br_2-I_2?

89. Какое координационное число имеют атомы в кристаллах теллура, мышьяка, кремния?

90. Описать структурные особенности кристаллических модификаций селена.

91. Описать структурные особенности белого, черного и красного фосфора.

92. Перечислить основные кристаллические модификации углерода.

93. Какова координация атома углерода в фуллерене?

94. Какова координация атома бора в кристалле простого вещества?

95. Чем структура интерметаллида CuAu отличается от структуры сплава того же состава?

96. Привести примеры кристаллических структур, в которых атом (или ион) хлора имеет координационное число 1,2,3,6,8.

97. Привести примеры кристаллических структур, в которых атом кислорода имеет координационное число 1,2,4,6.

98. Привести три неорганические кристаллические структуры, в которых атом кислорода имеет координационное число 2.

99. Привести основные структурные типы ионных кристаллов. Каковы координационные числа ионов в этих кристаллах?

100. Чем различаются структуры вюрцита и сфалерита?

101. Привести известные Вам кристаллические модификации SiO_2. Указать сингонию и соотношение с подобными модификациями углерода.

102. Чем различаются кристаллические структуры CO_2 и SiO_2?

103. Охарактеризовать (число, расположение) водородные связи в структуре льда.

104. В чем сходство и различие структур графита и гексагонального нитрида бора?

105. Изобразить характерные кремнекислородные мотивы островных силикатов и укажите их составы.

106. Изобразить характерные кремнекислородные мотивы цепочечных силикатов и укажите их составы.

107. Изобразить характерные кремнекислородные мотивы слоистых силикатов и укажите их составы.

108. Какие структурные особенности характерны для цеолитов?

109. В чем состоит основное различие кристаллических структур силикатов и карбонатов?

110. Которое из соединений имеет структуру обращенной шпинели?

1). Co_3O_4
2). $FeCr_2O_4$
3). Fe_3O_4
4). Mn_3O_4

111. Которое из соединений имеет структуру нормальной шпинели?

1). $CuFe_2O_4$
2). $FeCr_2O_4$
3). Fe_3O_4
4). $NiFe_2O_4$

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
	ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.	Знает: классификацию групп симметрии; классификацию кристаллографических групп; принципы построения пространственных групп Умеет: расшифровывать рентгенограммы; индицировать рентгенограммы; вычислять параметры решетки	Коллоквиум, контрольная работа, тест	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и

				промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
	ОПК-5. Способен использовать существующие программные продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности.	Знает: возможности методов математической статистики; структуру регрессионного анализа; принципы математической обработки результатов Умеет: обрабатывать массивы результатов эксперимента; обрабатывать двумерные выборки; строить коридоры ошибок	Коллоквиум, контрольная работа, тест	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
	ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.	Знает: структуру уровней аппарата симметрии; типы симметрических преобразований; принципы формирования групп симметрии Умеет: анализировать свойства кристаллов на основе их симметрии; анализировать симметрию кристаллов на основе рентгенограмм; анализировать свойства кристаллов на основе характера химических связей	Коллоквиум, контрольная работа, тест	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
	ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы.	Знает: принципы формирования табличных пространственных характеристик; структуру базы PDF; принципы вычисления кристаллических характеристик из данных рентгенографического анализа	Коллоквиум, контрольная работа, тест	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий.

		Умеет: применять поправки Гольдшмидта; находить справочные данные в базе PDF; обрабатывать первичную рентгенометрическую информацию		Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	Знает: взаимосвязь международной классификации с символикой Шенфлиса; принципы построения федоровских групп симметрии; принципы построения базы PDF Умеет: переводить понятия аппарата симметрии на язык международной классификации; определять принадлежность пространственных групп соответствующей сингонии; готовить информацию к статьям и докладам по структурной химии с использованием пакета Microsoft Office	Коллоквиум, контрольная работа, тест	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

Филатов, С. К. Общая кристаллохимия: Учебник / Филатов С.К., Кривовичев С.В. - СПб: СПбГУ, 2018. - 276 с.: ISBN 978-5-288-05812-7. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1001168 (дата обращения: 01.04.2020).

7.2 Дополнительная литература:

1. Косенко, Н. Ф. Кристаллография и кристаллохимия : учебное пособие / Н. Ф. Косенко. — Иваново : ИГХТУ, 2017. — 240 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/107401 (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Урусов, В. С. Кристаллохимия. Краткий курс: учебник / В. С. Урусов, Н. Н. Ерёмин. — Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2010. — 256 с. — ISBN 978-5-211-05497-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/13343.html (дата обращения: 01.04.2020).

7.3 Интернет-ресурсы:

1. http://biblioclub.ru – электронная библиотека
2. http://elibrary.agni-rt.ru – электронная библиотека

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Межвузовская электронная библиотека (МЭБ) – URL: https://icdlib.nspu.ru/
2. Национальная электронная библиотека– URL: https://rusneb.ru/

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:

платформа для электронного обучения Microsoft Teams

офисный пакет MS Office.

Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:

FAR Manager.

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий оснащенные мультимедийным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной
работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова/
23 июня 2021 г.

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Волкова С.С., Монина Л.Н. Физические методы исследования. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Физические методы исследования [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Волкова С.С., Монина Л.Н., 2020.

1. Пояснительная записка

Цель дисциплины «Физические методы исследования» - изучение теоретических основ и современных практических методик применении физических методов исследования для решения химических проблем.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с набором современных физических методов и аппаратурой, позволяющих изучать строение вещества, производить идентификацию и экспертизу;
- подробное изучение теоретических основ и практических методик использования ряда спектральных методов (ИК-, УФ-, ЯМР- и масс-спектроскопии) для исследования строения органических молекул и их взаимодействий;
- знакомство с методиками проведение рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа;
- знакомство с практическим применением рентгенографии при исследовании материалов и систем;
- приобретение практического опыта по пробоподготовке образцов и определении качественного, количественного состава природных и технических систем, различных характеристик твердого тела (структурных, размера кристаллитов и др.);
- освоение специализированных компьютерных программ для обработки экспериментальных данных рентгенофазового анализа.

1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) входит в блок Б1 Дисциплины (модули) Обязательные дисциплины. В информационном и логическом отношениях курс основан на материале обязательных дисциплин «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Кристаллохимия», «Физика», «Строение вещества и основы квантовой химии», «Физика. Материал, рассматриваемый в курсе, является одним из основных при выполнении выпускной квалификационной работы, связанной с идентификаций органических соединений, микроскопическими и рентгеновскими исследованиями неорганических систем.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знает основные источники учебной информации по современным физическим методам исследования, принципы системного подхода для решения поставленных задач и их необходимость.
	Умеет пользоваться компьютерными технологиями поиска учебной и справочной литературы, грамотно применять на практике принципы системного подхода для решения поставленных задач.
ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	Знает основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, способы физического и математического описания сложных молекул с использованием IT-технологий
	Умеет эффективно использовать вычислительную технику для выполнения регистрации, расшифровки и расчетов структуры соединений. работать с компьютером, как средством управления информацией.
ОПК-4. Способен планировать работы химической	Знает общие и специализированные способы описания сложных молекул и их взаимодействия с электромагнитным

направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	излучением методами квантовой химии, квантовой механики и оптики.
	Умеет интерпретировать полученные результаты, описать строение вещества и его свойства по совокупности спектральной и дифракционной информации. по поставленной исследовательской химической задаче, находить способы ее практического решения.
ОПК-5. Способен использовать существующие программные продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности	Знает основные и специализированные программные продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности.
	Умеет использовать основные и специализированные программные продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности
ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает основы методов и способы пробоподготовки для различных физических методов исследования
	Умеет проводить эксперимент по изучению фазового состава кристаллического объекта и структуры органического соединения под началом специалиста более высокой квалификации, используя стандартные методики выполнения
ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает основные научно-информационные сервисы и порталы по поиску информации по ФМИ.
	Умеет работать в наукометрических базах WoS, Scopus, e-library и осуществлять поиск информации по использованию ФМИ и готовить единый информационный материал, используя данные, полученные из различных источников.
ПК-3. Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает оборудование, принципы его работы, последовательность выполнения эксперимента при решении поставленных технологических задач.
	Умеет выбирать технические средства и методы испытаний поставленных технологических задач, используя стандартные методики их выполнения под началом специалиста более высокой квалификации.
ПК-4. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	Знает оборудование и основные методики проведения анализов, сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения.
	Умеет проводить расшифровку экспериментальных данных спектральных и дифракционных методов, используя наборы справочных стандартов и характеристик, для оценки компонентного состава объектов различной природы.
ПК-6. Способен организовывать материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР	Знает принцип действия оборудования для спектральных, микроскопических и рентгеновских методов.
	Умеет при сформулированных целях и задачах НИР/НИОКР подобрать необходимое оборудование и метод решения поставленной задачи.

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		7 семестр
Общий объем зач. ед.	**6**	**6**
час	**216**	**216**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	**152**	**152**
Лекции	68	68
Практические занятия	0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	84	84
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**64**	**64**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		экзамен

3. Система оценивания

3.1. В ходе изучения курса студенты должны посещать лекции, лабораторные работы, выполнять домашние задания (решение задач по идентификации органических и неорганических соединений) и изучать обязательную литературу.

Оценивание достижений обучающихся в течение семестра осуществляется на основе балльно-рейтинговой системы. Баллы начисляются студентам за следующие активности (терминологический диктант, тестовые задания, контрольные работы, лабораторные работы).

Всего за семестр студент может набрать от 0 до 100 баллов.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Классификация методов исследования. Общая характеристика спектральных методов исследования	22	10	0	8	0
2	Микроволновая и инфракрасная	36	6	0	12	0

	спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния.					
3	Электронная спектроскопия:	20	6	0	8	0
4	Люминесценция. Рефрактометрические методы.	10	2	0	4	0
5	Радиоспектроскопия. Ядерный магнитный резонанс. Электронный парамагнитный резонанс.	24	6	0	8	0
6	Масс-спектрометрия	20	8	0	8	0
7	Дифрактометрические методы и их применение в химии.	22	8	0	8	0
8	Качественный и количественный рентгенофазовый анализ	30	12	0	12	0
9	Рентгенофлуоресцентный анализ. Электронная микроскопия	32	10	0	16	0
10	Консультации и экзамен	0	0	0	0	7
	Итого (часов)	216	68	0	84	7*

* - учитывает контактную работу на консультации и экзамене

4.2. Содержание дисциплины *(модуля)* по темам

Лекционные занятия

Тема 1. Классификация методов исследования. Общая характеристика спектральных методов исследования.

Классификация методов исследования: физические, химические и физико-химические методы исследования. Классификация по различным признакам: разделам физики, типу аппаратуры, степени выделения составных частей объекта, разделению агрегатных состояний, требованиям химической пробоподготовки, способу физического воздействия и др. Количественные и качественные исследования. Резонансные и нерезонансные методы исследования вещества. Средства измерения и их характеристики. Типы средств измерения (мера, измерительные приборы и преобразователи), их классификация. Структурная схема исследовательского прибора, его характеристики (чувствительность, селективность, диапазон измерения, порог обнаружения и др.). Выделение полезного сигнала измерительной информации. Электронная фильтрация шумов с помощью электронного RC-фильтра, постоянная времени. Математическая фильтрация шумов.

Диапазоны спектральных исследований и виды взаимодействия света с веществом. Волновые и корпускулярные характеристики электромагнитного излучения. Квантово-механические и энергетические характеристики. Молекулы и атомы как квантовые микрообъекты. Взаимодействие молекул и атомов с электромагнитным излучением (поглощение, испускание,

рассеяние, диссоциация). Соответствие между возбуждением различных видов движения молекул и диапазонами электромагнитного спектра.

Аппаратура для спектральных исследований. Однолучевая схема абсорбционного спектрофотометра, ее структурные элементы (источники сплошного и линейчатого излучения в различных спектральных областях, монохроматоры, фотоприемники излучения, элементы информационно-регистрирующего тракта). Преимущества и недостатки однолучевой схемы. Однолучевая схема спектрографа с использованием ПЗС-матриц в качестве приемника. Двухлучевая схема спектрального прибора, ее преимущества и недостатки. Стандартные схемы монохроматоров спектральных приборов. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрофотометра, режимы атомизации. Приборы для измерения эмиссионных спектров. Флуориметры, режимы сканирования монохроматоров. Криогенные устройства для люминесцентных исследований. Использование импульсных лазеров для кинетических исследований. Приборы для регистрации спектров рассеяния и отражения света. Фурье-спектрометры. Кюветы для исследования веществ в различных областях спектра.

Тема 2. Микроволновая и инфракрасная спектроскопия. спектроскопия комбинационного рассеяния.

Вращательные спектры молекул. Классическое и квантово-механическое описание вращательного движения молекул. Типы волчков. Правило интенсивностей во вращательных спектрах. Вращательные спектры двухатомных, линейных и многоатомных нелинейных молекул. Индуцированные вращательно-трансляционные спектры. Форма контура полос. Определение геометрических характеристик молекул, дипольных моментов и параметров взаимодействия. Колебательная спектроскопия и структурный анализ органических молекул. Квантовомеханический и классический подход к описанию колебательных спектров. Уровни энергии, их классификация, фундаментальные, обертонные и составные частоты. Гармонический и ангармонический осциллятор. Прямая и обратная колебательная спектральная задача. Элементы математического аппарата теории колебательных спектров. Силовые постоянные. Нормальные колебания. Симметрия строения и колебаний молекул. Правила отбора и интенсивность ИК-спектров. Влияние симметрии молекул на интенсивность полос ИК-спектров. Ферми-взаимодействия.

Полуэмпирическая концепция характеристических (групповых) колебаний. Валентные и деформационные колебания. Использование характеристических полос поглощения для структурного анализа молекул химических соединений. Эмпирические приемы расшифровки ИК-спектров. Колебательно-вращательные спектры молекул. Тонкая вращательная структура колебательных спектров молекул. Спектры рэлеевского и комбинационного рассеяния света. Рассеяние света молекулярной системой. Турбидиметрия и нефелометрия. Комбинационное рассеяние света, механизмы рассеяния квантов в стоксовой и антистоксовой областях спектра. Применение спектроскопии комбинационного рассеяния света для исследования строения органических молекул. Правило интенсивностей для молекул с центром симметрии. Аппаратура для регистрации спектров рассеяния света.

Тема 3. Электронная спектроскопия.

Электронные спектры поглощения органических молекул. Электронные состояния молекул, их симметрия и мультиплетность для двухатомных и линейных многоатомных молекул. Электронные переходы. Орбитальное приближение для описания электронных переходов. Интенсивность поглощения и испускания света. Правила отбора. Квантово-механическая и классическая интерпретация принципа Франка-Кондона. Симметрия молекул и электронных переходов (на примере молекулы бензола). Корреляционные диаграммы Уолша. Использование свойств симметрии молекул при квантово-механических расчетах электронных спектров. Форма контура электронных полос, тонкая структура вибронных спектров. Эффект Шпольского. Сплошные спектры и причины их возникновения. Использование электронной спектроскопии в фотохимии.

Полуэмпирическая концепция электронных переходов. Объекты для исследования методом электронной спектроскопии. Хромофоры и ауксохромы. Классификация переходов и полос

поглощения. Избирательное поглощение важнейших структурных фрагментов молекул. Полосы переноса заряда. Принцип аддитивности для сопряженных электронных систем. Правила Вудворда и их применение для структурного анализа. Установление структуры химических соединений по электронным спектрам. Критерии Мак-Коннела.

Тема 4. Люминесценция. Рефрактометрические методы.

Спектры флуоресценции и фосфоресценции органических молекул. Время жизни возбужденного электронного состояния. Флуоресценция и фосфоресценция. Диаграмма Яблонского. Основные законы люминесценции. Механизмы тушения люминесценции. Кинетические исследования. Использование эффекта Шпольского в методе матричной низкотемпературной люминесценции. Метод рефрактометрии для установления структуры органических молекул. Аддитивность электронных эффектов в органических молекулах. Молекулярная рефракция. Инкремент и экзальтация. Рефракции атомов и связей. Методы расчета теоретических значений рефракции. Применение рефрактометрии для структурного анализа органических молекул.

Тема 5. Радиоспектроскопия. Ядерный магнитный резонанс. Электронный парамагнитный резонанс.

Возникновение спектров ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и их использование для структурного анализа органических молекул. Взаимодействие спинового магнитного момента ядра с внешним магнитным полем: классический и квантовомеханический подход. Условие ядерного магнитного резонанса. Индуцированные магнитные поля и магнитное экранирование. Конусы анизотропии. Принципиальная схема ЯМР-спектрометра. Стандарты. Понятие о спектроскопии ЯМР C13, F19 и P31. Спектроскопия протонного магнитного резонанса (ПМР). Магнитные свойства протона. Химический сдвиг сигнала ПМР. Корреляции между химическим сдвигом и электрическими эффектами в молекулах. Эквивалентные и неэквивалентные ядра. Интенсивность сигнала ПМР. Спин-спиновые взаимодействия ядер. Мультиплетное расщепление сигналов, константа спин-спинового взаимодействия. Спектры 1-го и 2-го порядков. Влияние конформационных переходов и процессов межмолекулярного обмена на вид спектра. Установление молекулярной структуры по спектрам ПМР. Аддитивные схемы для расчета химических сдвигов.

Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Магнитные свойства электрона. Тонкое расщепление уровней в магнитном поле. Принципиальная схема ЭПР-спектрометра. Использование ЭПР-спектроскопии для изучения строения органических радикалов и ионов, а также молекул с пространственным зарядом.

Тема 6. Масс-спектрометрия.

Физические основы масс-спектральных исследований в органической химии. Процесс ионизации молекул: типы ионов и методы ионизации. Фрагментации и перегруппировки. Правило 6-членной перегруппировки. Изотопные отношения. Приборы для масс-спектрометрии. Координаты масс-спектра. Чувствительность и разрешающая способность метода. Применение масс-спектров для идентификации и установления строения химических веществ.

Тема 7. Дифрактометрические методы анализа и их применение в химии.

Основные понятия рентгеновской дифракции и кристаллохимии. Дифракция рентгеновских лучей на периодической решетке кристалла. Рентгенография. Возникновение рентгеновского излучения. Межплоскостное расстояние. Угол дифракции. Уравнение Вульфа-Брэгга. Индексы Миллера. Сингонии, решетки Бравэ. Параметры элементарной ячейки. Связь параметра элементарной ячейки и межплоскостных расстояний. Дифрактограмма. Положение и интенсивность дифракционного максимума. Спектр длин волн рентгеновского излучения. Монохроматизация излучения. Фильтрация излучения. Возможности и ограничения рентгенографии в исследовании кристаллических объектов. Рентгеновские трубки. Монокристалл и поликристалл. Метод порошка.

Основные типы кубической сингонии. Разрешенные и запрещенные рефлексы. Присвоение индексов Миллера. Индицирование дифрактограмм.

Оборудование для дифрактометрического анализа. Принцип работы, режимы съемки. Основные узлы дифрактометров. Правила работы. Запись дифракционного спектра.

Пробоподготовка. Юстировка дифрактометра. Фокусировка по Брэггу-Брентано. Рентгенооптическая схема дифрактометра.

Тема 8. Качественный и количественный рентгенофазовый анализ.

Качественный рентгенофазовый анализ. Расшифровка дифрактограмм одно- и многофазных образцов. Положение и площадь рефлекса. Межплоскостное расстояние. Количественный рентгенофазовый анализ. Рентгенофазовый анализ минералов. Рентгенофазовый анализ и построение фазовых диаграмм. Рентгеноструктурный анализ. Рентгенофазовый анализ стали. Определение размера кристаллитов. Дефектность кристаллической структуры. Определение макро- и микронапряжений.

Тема 9. Рентгенофлуоресцентный анализ. Электронная микроскопия.

Разновидности рентгеноспектрального анализа. Возможности и ограничения анализа. Рентгеновская флуоресценция. Пробоподготовка объектов к исследованию. Спектр и его расшифровка.

Растровая электронная микроскопия, атомно-силовая микроскопия, рентгеноспектральный микроанализ.

Лабораторные занятия

Тема 1. Классификация методов исследования. Общая характеристика спектральных методов исследования.

1. Диапазоны спектральных исследований и виды взаимодействия света с веществом.

Техника безопасности. Знакомство со спектральными приборами, работающими в различных диапазонах электромагнитного спектра. Рассмотрение молекул и атомов как квантовых микрообъектов. Взаимодействие молекул и атомов с электромагнитным излучением. Соответствие между возбуждением различных видов движения молекул и диапазонами электромагнитного спектра.

2. Средства измерения и их характеристики.

Изучение устройства спектральных приборов и правил работы с ними. Способы монохроматизации оптического излучения. Техника спектральных исследований для образцов в различных агрегатных состояниях (газы, жидкости, твердые образцы). Первичная обработка спектральной информации.

Тема 2. Микроволновая и инфракрасная спектроскопия. спектроскопия комбинационного рассеяния.

1. Инфракрасная спектроскопия органических соединений

Исследование строения органических соединений методом ИК-спектроскопии. Подготовка образца для исследования. настройка прибора. запись спектра и его интерпретация. Интерпретация спектров органических соединений разных классов.

Оборудование: ИК-Фурье спектрометр, обработка спектрограмм на программном комплексе OMNIC 9.

2. Инфракрасная спектроскопия неорганических соединений

Возможности и ограничения спектральных методов при исследовании неорганических веществ. Исследование неорганических соединений методом ИК-спектроскопии. Подготовка образца для исследования. настройка прибора. запись спектра и его интерпретация.

Оборудование: ИК-Фурье спектрометр, обработка спектрограмм на программном комплексе OMNIC 9.

Тема 3. Электронная спектроскопия.

1.Электронная спектроскопия органических соединений"

Исследование строения органических соединений методом УФ-спектроскопии. Полуэмпирическая концепция электронных переходов. Хромофоры и ауксохромы. Избирательное поглощение важнейших структурных фрагментов молекул Подготовка образца для исследования, настройка прибора, запись спектра и его интерпретация. Определение структуры соединения по правилу Вудворда.

Оборудование: УФ-, ВИД-спектрометр.

2. Применение метода электронной спектроскопии для расчета физико-химических характеристик.

Определение констант кето-енольной таутомерии растворов ацетилацетона в растворителях различной полярности. Регистрация спектров, вычисление концентраций кетонной и енольной форм, интерпретация результатов.

Оборудование: УФ-, ВИД-спектрометр.

Тема 4. Люминесценция. Рефрактометрические методы.

1. Люминесценция

Регистрация спектров испускания и возбуждения органических соединений. Подбор длины волны возбуждения вещества, настройка прибора, запись спектра и его интерпретация.

Оборудование: спектрофлуориметр.

2. Рефрактометрия.

Исследование строения органических соединений методом рефрактометрии. Подготовка образца для исследования. настройка прибора, измерение показателя преломления, вычисление молярной рефракции.

Тема 5. Радиоспектроскопия. Ядерный магнитный резонанс. Электронный парамагнитный резонанс.

1. Протонный магнитный резонанс.

Исследование строения органических соединений методом ПМР-спектроскопии. Интерпретация спектров ПМР.

2. Электронный парамагнитный резонанс.

Исследование строения органических соединений методом ЭПР-спектроскопии. Интерпретация спектров ЭПР.

Тема 6. Масс-спектрометрия.

24. "Масс-спектрометрия"

1. Исследование строения органических соединений методом масс-спектроскопии. Интерпретация масс-спектров органических соединений.

2. Комплексные задачи по идентификации веществ.

Исследование строения органических соединений методами ИК-спектроскопии, УФ-спектроскопии, ПМР-спектроскопии и масс-спектрометрии. Идентификация структуры органического соединения по четырем ИК-, УФ-, ПМР и масс-спектрам.

Тема 7. Дифрактометрические методы анализа и их применение в химии.

1. Оборудование для дифрактометрии и пробоподготовка к анализу.

Техника безопасности в лаборатории. Основные части дифрактометра и принцип его работы. Пробоподготовка различных кристаллических образцов к анализу. Съемка эталонного образца. Программное обеспечение для обработки рентгендифракционных данных. Картотека порошковых дифракционных данных эталонных веществ ICDD (PDF). Программа PCPDFWIN. Специализированный программный комплекс PDWin 4.0.

2. Проведение съемки образцов.

Съемка дифрактограммы различных образцов.

Тема 8. Качественный и количественный рентгенофазовый анализ.

1. Качественный рентгенофазовый анализ.

Проведение качественного рентгенофазового анализа с использованием специализированного программного комплекса для обработки дифрактометрических данных PDWin 4.0. Обработка дифрактограмм одно-, двухфазных образцов.

2. Качественный рентгенофазовый анализ многофазных кристаллических объектов. Проведение качественного рентгенофазового анализа с использованием специализированного программного комплекса для обработки дифрактометрических данных PDWin 4.0. Обработка дифрактограмм многофазных образцов.

Тема 9. Рентгенофлуоресцентный анализ. Электронная микроскопия.

1. Рентгенофлуоресцентный анализ.

Подготовка образца к анализу. Расшифровка спектра.

2. Электронная микроскопия.

Зондовая и растровая микроскопия. Пробоподготовка, получение данных элементного анализа, получение изображения зерен при различном увеличении.

Образцы средств для проведения текущего контроля

Лабораторная работа. При подготовке к лабораторному занятию студент должен ознакомиться с теоретическими основами метода анализа, усвоить методические указания к выполнению лабораторной работы, назначение используемого оборудования, правила работы на приборах согласно инструкции.

Допуск к лабораторной работе. К выполнению лабораторной работы студент допускается после допуска – устного опроса по теоретическим основам используемого метода анализа и практическим вопросам выполнения данной работы.

Выполнение лабораторной работы. В процессе репродуктивной лабораторной работы студент выполняет все описанные в методических указаниях стадии, процедуры, измерения. Все данные, получаемые студентом в ходе выполнения химического анализа, записываются им в лабораторном журнале.

Для проверки качества выполнения аналитических операций и достоверности полученных данных студенту выдается для анализа контрольная проба. Результаты определения содержания вещества в контрольной пробе проверяются преподавателем и инженером лаборатории. Работа считается выполненной, если расхождение между полученным студентом результатом и действительным значением не превышает установленное значение относительной погрешности (± 5 %), в противном случае выдается новая контрольная проба и определение повторяют до получения удовлетворительных результатов.

В процессе выполнения учебно-исследовательской лабораторной работы студент выбирает реальный образец для анализа, стандартную методику анализа, проводит отбор пробы и пробоподготовку, выполняет все необходимые аналитические процедуры и расчеты.

Подготовка и сдача отчета по лабораторной работе. В отчете по лабораторной работе указываются название лабораторной работы, цель работы, краткая сущность химических и физических процессов, лежащих в основе данного метода анализа, уравнения химических реакций, необходимое оборудование и реактивы, методика выполнения химического анализа, информация об объекте анализа, результаты измерений в виде таблиц и графиков, метод определения содержания определяемого вещества, приводятся расчетные формулы с пояснениями, расчет результатов анализа, обработка полученных результатов с применением методов математической статистики, оценка точности выполнения анализа, интерпретация полученных результатов и выводы. Отчет оформляется в печатном виде с использованием офисного пакета программ.

Отчет по выполненной лабораторной работе должен быть сдан преподавателю не позднее следующего занятия. Если в ходе проверки отчета будут найдены ошибки, недочеты, студент оперативно вносит необходимые исправления и возвращает отчет преподавателю.

Защита лабораторной работы. Если лабораторная работа выполнена, отчет соответствует требованиям и принят, обучающийся защищает лабораторную работу – проходит собеседование с преподавателем, во время которого оцениваются не только знание теоретических основ метода и практические навыки работы, но и способность студента анализировать полученные данные, делать выводы и интерпретировать результаты анализа на основе литературных источников и нормативной документации.

Задания для терминологического диктанта

Вариант 1

1. Резонансные методы исследования – это…
2. Метрологический аспект содержит 3 компонента (перечислить)
3. Группы высшей симметрии молекул характеризуются наличием…
4. Перевести значения волновых чисел в значения длин волн, указать диапазоны спектра: 50000, 4000, 1000, 200 см-1
5. Оптические методы исследования это…

6. Вырожденные уровни энергии –

7. Напишите соотношение для моментов инерции симметричного вытянутого волчка, привести примеры реальных молекул

8. Расстояние между линиями вращательного абсорбционного спектра составляют 16В, 8В, 4В, 2В

9. Случайная компонента погрешности устраняется при многократных измерениях (а), испытаниях с применением стандартных образцов (б)

10. Оптимальный диапазон измерения оптической плотности

11. В ИК-диапазоне частот возбуждаются электронные переходы (а), вращательные + колебательные + электронные переходы (б), вращательные переходы (в), колебательные + вращательные переходы (г), вращательные + электронные переходы (д), только колебательные переходы (е) молекул

12. Квантуемые степени свободы атома –

13. Спектр призмы располагается в одном (а), нескольких (б) порядках

14. Детектор ПЗС (CCD) использует внешний (а), внутренний (б) фотоэффект

15. Коэффициент экстинкции это –

16. Основной частью классического спектрометра является…

17. Преимущества двухлучевого абсорбционного спектрофотометра заключаются в

18. Назовите структурный «кубик» прибора, где формируется аналитический сигнал

19. Каким критерием определяется порог обнаружения аналитического сигнала?

20. В качестве источника сплошного спектра в спектрометрии используются ртутные лампы (а), лампы накаливания (б), газоразрядные лампы с полым катодом (в)

21. Перечислить спектральные техники исследования твердых образцов.

22. Характеристика пропускания полосового светофильтра (нарисовать)

23. Угловая дисперсия это - ....

24. Измерительный преобразователь относится к ГСО (а), СИ (б), инвентарю (в)

25. Ежегодная поверка СИ производится исследователем (а), в специализированных центрах стандартизации и метрологии (б), в соответствии с инструкцией (в)

26. Как соотносятся силовые постоянные различных типов колебаний молекул $k_{вал}$, $k_{деф}$, $k_{крут}$?

Вариант 2

1. Перечислить физические методы, исследующие геометрию молекул.

2. Методический аспект химических исследований включает…

3. Группы средней симметрии молекул характеризуются наличием…

4. Перевести значения длин волн в значения волновых чисел ($см^{-1}$), указать диапазоны спектра: 500 нм, 3.33 мкм, 25 мкм, 1мм

5. Термодинамические методы исследования это…

6. Невырожденные уровни энергии –

7. Напишите соотношение для моментов инерции сферического изотропного волчка, привести примеры реальных молекул

8. Величина вращательной постоянной молекулы определяется дипольным моментом (а), моментом инерции (б), тензором поляризуемости (в)

9. Систематическая компонента погрешности устраняется при многократных измерениях (а), испытаниях с применением стандартных образцов (б)

10. Оптимальный диапазон измерения коэффициента светопропускания

11. В УФ-диапазоне частот возбуждаются только электронные переходы (а), вращательные + колебательные + электронные переходы (б), вращательные переходы (в), колебательные + вращательные переходы (г), вращательные + электронные переходы (д), только колебательные переходы (е) молекул

12. Квантуемые степени свободы молекулы –

13. Спектр дифракционной решетки находится в одном (а), нескольких (б) порядках

14. Детектор ФЭУ использует внешний (а), внутренний (б) фотоэффект?

15. Коэффициент светопропускания это –

16. Основной частью Фурье-спектрометра является…

17. Преимущества Фурье-спектрометра заключаются в....

18. Из каких структурных «кубиков» состоит блок электронной регистрации сигнала?

19. Чем определяется рабочий диапазон концентраций при регистрации аналитического сигнала на приборе?

20. В качестве селективного источника в атомной спектроскопии используются ртутные лампы (а), лампы накаливания (б), лампы Уолша с полым катодом (в)

21. Характеристика пропускания интерференционного светофильтра (нарисовать)

22. Разрешающая способность монохроматора это -....

23. Для каких ТГС молекул можно получить вращательный спектр микроволновой спектроскопией?

а) Cnv б) Td в) Oh

24. Измерительный прибор относится к ГСО (а), СИ (б), инвентарю (в)

25. Ежегодная поверка в аккредитованных лабораториях производится для мерной посуды (а), измерительных приборов (б), вспомогательного оборудования (в)

26. Как соотносятся частоты $\nu_{вал}$, $\nu_{деф}$, $\nu_{крут}$ в колебательном спектре?

Задания для теста

1. Явление дифракции:

1. свойство только рентгеновских лучей
2. основано на рассеивании волн различной природы
3. обусловлено однородностью рассеивающей плотности
4. обуслолено неоднородностью рассеивающей плотности

2. Кристаллическая структура:

1. существует у любого объекта, находящегося в твердом агрегатном состоянии
2. существует у любых химических соединений находящихся в твердом агрегатном состоянии
3. существует у химических соединений, обладающих трехмерным периодическим размещением атомов
4. может изменяться для химического соединения
5. наличие «дальнего порядка» в расположении ионов

3. Ближний порядок:

1. Понятие, характеризующее кристаллическое состояние вещества
2. Понятие, характеризующее аморфное состояние вещества
3. наблюдается только для атомной кристаллической решетки
4. Регулярность расположения атомов, ионов наблюдается только в пределах размеров одной элементарной ячейки

4. Элементарная ячейка:

1. можно применить операцию «трансляции» и построить кристаллическую решетку
2. можно охарактеризовать шестью параметрами
3. значение угловых параметров элементарной ячейки необязательны, т.к. они определяются типом сингонии
4. все элементарные ячейки в кристалле имеют одинаковые линейные параметры

5. Кубическая сингония:

1. Характеризуется одним линейным параметром
2. Характеризуется тремя линейными параметрами
3. формула расчета межплоскостного расстояния в кубической решетке имеет следующий вид

$$d = a^2\left(h^2 + k^2 + l^2\right)$$

4. Формула расчета параметра элементарной кубической ячейки имеет следующий вид

$a = \sqrt{d}\left(h^2 + k^2 + l^2\right)$

6. Рентгеновская трубка:
   1. Срок службы неограничен
   2. Плохо работающая рентгеновская трубка может повлиять на положения дифракционных максимумов
   3. Износ трубки может приводить к уменьшению интенсивности дифракционных максимумов
   4. Содержит монохроматор рентгеновских лучей
   5. Содержит высоковольтный кабель для подачи напряжения на анод
7. Ромбическая сингония:
   1. Включает 4 решетки Бравэ
   2. Не характерно образование базоцентрированной решетки
   3. по угловым параметром подобна тетрагональной
   4. может быть только примитивной
8. Мягкие рентгеновские лучи:
   1. Имеют наибольшую длину волны
   2. Имеют наименьшую длину волны
   3. Пики дуплета имеют одинаковую интенсивность
   4. Дуплет не разрешается на спектре
   5. Материал анода – серебро, вольфрам
9. сумма квадратов индексов Миллера для примитивной кубической решетки следующая:
   1. 1 2 3 4 5 6 8 9 10
   2. 2 4 6 8 10
   3. 3 4 8
   4. 3 8
10. Тройка индексов Миллера 311 характерна для решетки:
   1. P
   2. I
   3. F

Контрольная работа №1 по теме «Инфракрасная спектроскопия»

Вариант 1

1. Приведен ИК-спектр органического вещества, полученного конденсацией о-анизидина с хлористым бензоилом, молекула которого описывается брутто-формулой C14H13O2N. Определите структурную формулы продукта реакции.

2. Какую из формул имеет соединение:

$(CH_3)_2CHCH_2CH_2NO_2$ или $(CH_3)_2CHCH_2CH_2O\text{-}N{=}O$,

если в спектре найдены полосы поглощения 2970, 2930, 2870, 2850, 1653, 1613 $см^{-1}$, а также дублет при 1383 и 1370 $см^{-1}$?

Вариант 2

1. Приведен ИК-спектр органического вещества, полученного при конденсации анилина с хлористым бензоилом, молекула которого описывается брутто-формулой $C_{13}H_{11}ON$. Определите структурную формулы продукта реакции.

2. В спектре о-нитротолуола имеются полосы поглощения с максимумами 2960, 2870, 1520, 1465, 1380, 1330, 850 и 750 $см^{-1}$. После проведения реакции в спектре исчезают полосы при 1520, 1330, 850, 750 $см^{-1}$, и появляются новые полосы 3420, 3340, 1644 $см^{-1}$ и широкая полоса при 680 $см^{-1}$. Какая реакция проведена? В результате другой реакции с о-нитротолуолом в спектре продукта исчезают полосы поглощения при 2960, 2870, 1465 и 1380 $см^{-1}$, появляется широкая полоса в области 2700-2600 $см^{-1}$ и интенсивная полоса при 1680 $см^{-1}$. Какая реакция проведена?

Вариант 3

1. Приведен ИК-спектр органического вещества, полученного конденсацией о-аминофенола с хлористым бензоилом, молекула которого описывается брутто-формулой $C_{13}H_{11}O_2N$. Определите структурную формулы продукта реакции.

2. В ИК-спектре раствора вещества найдены полосы поглощения с максимумами при 3450, 3370, 1630 $см^{-1}$. Какому из трех соединений соответствует спектр - $CH_3CON(CH_3)_2$; CH_3CONH_2 или $CH_3CONHCH_3$?

Вариант 4

1. Приведен ИК-спектр органического вещества C_3H_7OCl. Определите его структурную формулу.

2. В ИК-спектре вещества наблюдаются полосы поглощения с максимумами при 3300, 2950, 2860, 2120, 1465, 1382 $см^{-1}$. Какому из перечисленных соединений соответствует спектр:

$CH_3CH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CHCH_3$ $HC{\equiv}CCH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$;

$CH_3C{\equiv}CCH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ $CH_3CH_2CH{=}CHCH{=}CHCH_2CH_3$

Вариант 5

1. Приведен ИК-спектр органического вещества, полученного при взаимодействии о-оксибензальдегида с формалином и аммиаком, молекула которого описывается брутто-формулой $C_{15}H_{10}O_2N_2$. Определите структурную формулы продукта реакции.

2. На рисунке приведены ИК-спектры 2 углеводородов, полученных при дегидратации спирта $C_6H_{13}OH$ с неразветвленным скелетом. Установите их структуру (учитывая стереоизомеры), а также структуру исходного спирта.

Вариант 6

1. Приведен ИК-спектр органического вещества C_7H_9NO. Определите его структурную формулу.

2. По ИК-спектру соединения с молекулярной массой около 100 а.е.м., полученного из н-пропилового спирта, установите его структурную формулу.

Вариант 7

1. Приведен ИК-спектр органического вещества, полученного при взаимодействии этиленацеталя дицианкетена с аммиаком, молекула которого описывается брутто-формулой $C_4H_4N_4$ и имеет симметрию группы C_{2v}. Определите структурную формулу соединения.

2. По ИК-спектру соединения $C_5H_{10}O$, разлагающегося щелочью с выделением метилового спирта, установите его структурную формулу.

Вариант 8

1. Приведен ИК-спектр органического вещества, полученного при взаимодействии аммиака с 2-хлор-6-амино-3,4,5-трицианпиридином, молекула которого описывается брутто-формулой $C_8H_4N_6$ и имеет симметрию группы C_{2v}. Определите структурную формулу соединения.

2. Углеводород C_5H_{12} имеет в ИК-спектре полосы поглощения с максимумами вблизи 3045 и 1650 $см^{-1}$. В результате озонолиза исходного соединения образуются альдегид и кетон с одинаковым числом атомов углерода в молекуле. Напишите структурную формулу углеводорода, а также уравнения упомянутых реакций.

Вариант 9

1. Приведен ИК-спектр органического вещества C_3H_6O. Определите его структурную формулу.

2. Рассмотрите ИК-спектры продуктов бензоилирования метанола, глицерина, глицина и п-толуидина, приведенные на рисунке. К каким веществам относятся спектры А - Г ?

Вариант 10

1. Приведены ИК-спектры 3,3-дициан-4,4-диаминодифенилметана и 3,3-дициан-4,4-диаминодифенилоксида. Подтвердите структурные формулы соединений и произведите отнесение спектров.

2. По ИК-спектру соединения $C_8H_8O_2$, запрессованного в таблетку с бромидом калия, установите структурную формулу вещества.

Контрольная работа №2 по теме «Комплексные задачи по идентификации органических соединений»

1. Даны ПМР-, УФ-, ИК-спектры соединения C_8H_{10}. Определите строение соединения.

2. Определите строение вещества с молекулярной массой 168, содержащего атомы хлора, по приведенным ПМР- и ИК-спектрам.

3. Определить строение вещества с молекулярной массой 75, выделяющего аммиак при нагревании со щелочью по приведенным ПМР- и ИК-спектрам.

4. Даны ПМР-, и ИК-спектры соединения $C_7H_{10}O_3$. Определите строение соединения.

5. В УФ-спектре соединение C_7H_5OCl имеет три полосы поглощения с $\lambda = 210$ нм и $lg\varepsilon = 4{,}15$, $\lambda = 260$ нм и $lg\varepsilon = 4{,}24$, $\lambda = 292$ нм и $lg\varepsilon = 3{,}28$. Его ИК- и ПМР-спектры представлены на рисунке. Определите строение соединения.

6. Определите структуру простейшего кислородсодержащего соединения по приведенным ИК- и ПМР-спектрам.

7. Определите структуру углеводорода, выделенного из бензиновой фракции с температурой кипения 100 – 125^0C, по приведенным ИК- и ПМР-спектрам.

8. Даны ПМР-, УФ-, ИК-спектры соединения C_8H_6. Определите строение соединения.

9. Даны ПМР-, и ИК-спектры соединения $C_{15}H_{14}O$. Отношение площадей сигналов в спектре ПМР равно 3 : 1 : 10. Определите строение соединения.

10. Даны ПМР-, и ИК-спектры соединения $C_7H_{12}O_4$. Отношение площадей сигналов в спектре ПМР равно 2 : 1 : 3. Определите строение соединения.

11. Определите структуру вещества, полученного присоединением метилового спирта к непредельному азотистому соединению, по приведенным ИК- и ПМР-спектрам. Отношение площадей сигналов в спектре ПМР равно 2 : 3 : 2.

12. Определить строение вещества с молекулярной массой 134 по приведенным ПМР-, УФ- и ИК-спектрам. Отношение площадей сигналов в спектре ПМР равно 2 : 3 : 2.

13. Даны УФ-, ИК-спектры соединения $C_{13}H_{12}O$. Определите строение соединения.

14. Даны ПМР-, и ИК-спектры соединения $C_6H_{10}O_4N_2$. Определите строение соединения.

15. Даны УФ-, ИК- и ПМР-спектры для трех изомеров соединения C_7H_8O. Определите строение соединений.

16. Определить строение углеводорода с молекулярной массой 170 по приведенным УФ- и ИК-спектрам.

17. Определить строение углеводорода с молекулярной массой 100 по приведенным УФ- и ИК-спектрам.

18. Определите строение вещества с молекулярной массой 148 по приведенным ПМР- и ИК-спектрам.

19. Соединение $C_6H_{13}O_2N$ прозрачно в УФ-области выше 210 нм. Его ИК- и ПРМ-спектры приведены на рисунке. Определите строение этого соединения.

20. Даны ПМР- и ИК-спектры производного оксималоновой кислоты. Отношение площадей сигналов в спектре ПМР равно 1 : 4 : 3 : 6. Определите строение данного соединения.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	Классификация методов исследования. Общая характеристика спектральных методов исследования	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций. Подготовка к допуску, выполнению лабораторной работы, подготовке отчета и защите лабораторной работы.

2	Микроволновая и инфракрасная спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций. Подготовка к допуску, выполнению лабораторной работы, подготовке отчета и защите лабораторной работы.
3	Электронная спектроскопия:	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций. Подготовка к допуску, выполнению лабораторной работы, подготовке отчета и защите лабораторной работы.
4	Люминесценция. Рефрактометрические методы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций. Подготовка к допуску, выполнению лабораторной работы, подготовке отчета и защите лабораторной работы.
5	Радиоспектроскопия. Ядерный магнитный резонанс. Электронный парамагнитный резонанс.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций. Подготовка к допуску, выполнению лабораторной работы, подготовке отчета и защите лабораторной работы.
6	Масс-спектрометрия	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций. Подготовка к допуску, выполнению лабораторной работы, подготовке отчета и защите лабораторной работы.
7	Дифрактометрические методы и их применение в химии	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций. Подготовка к допуску, выполнению лабораторной работы, подготовке отчета и защите лабораторной работы.
8	Качественный и количественный рентгенофазовый анализ	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций. Подготовка к допуску, выполнению лабораторной работы, подготовке отчета и защите лабораторной работы.
9	Рентгенофлуоресцентный анализ. Электронная микроскопия	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций. Подготовка к допуску, выполнению лабораторной работы, подготовке отчета и защите лабораторной работы.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Форма проведения промежуточной аттестации (экзамена) по дисциплине – ответ на два теоретических вопроса, расшифровка спектрограммы и дифрактограммы.

Студенты, набравшие за семестр от 61 до 75 баллов, автоматически получают оценку "удовлетворительно". Студенты, набравшие за семестр от 76 до 90 баллов, автоматически получают оценку "хорошо". Студенты, набравшие за семестр от 91 до 100 баллов, автоматически получают оценку "отлично".

Студенты, не набравшие 61 балл, сдают экзамен, отвечая на два теоретических вопроса и расшифровывая спектрограмму и дифрактограмму. Студенты, желающие получить оценку выше, чем полученная по набранным баллам, также сдают экзамен, отвечая на два теоретических вопроса и расшифровывая спектрограмму и дифрактограмму.

Контрольные вопросы к экзамену.

1. Физические и физико-химические методы исследования вещества. Классификация и характеристика методов. Резонансные и нерезонансные методы.
2. Средства измерения, их классификация. Структурная схема исследовательского прибора, его характеристики. Выделение полезного сигнала измерительной информации. Чувствительность и селективность методов.
3. Точечные группы симметрии в приложении к молекулам. Использование теории групп для характеристики свойств молекул.
4. Волновые и корпускулярные характеристики электромагнитного излучения. Свойства молекул и атомов как квантовых микрообъектов.
5. Взаимодействие атомов и молекул с электромагнитным излучением (поглощение, испускание, рассеяние квантов, фотодиссоциация). Соответствие между возбуждением различных видов движения молекул и диапазонами электромагнитного спектра.
6. Абсорбционная спектроскопия атомов и молекул, законы поглощения света веществом. Фотометрия и спектрометрия. Допустимые интервалы изменения коэффициента пропускания и оптической плотности.
7. Люминесцентная спектроскопия. Флуоресценция и фосфоресценция. Диаграмма Яблонского. Основные законы люминесценции. Механизмы тушения люминесценции. Кинетические исследования.
8. Спектроскопия отражения и рассеяния света для жидких и твердых проб. Турбидиметрия и нефелометрия. Релеевское рассеяние света.
9. Устройство монохроматоров спектральных приборов. Дисперсия и разрешающая способность монохроматоров.
10. Однолучевая схема абсорбционного спектрофотометра, ее структурные элементы. Преимущества и недостатки однолучевой схемы с классическим монохроматором. Фурье-спектрометры.
11. Двухлучевая схема спектрального прибора, принцип автоматической регистрации спектров коэффициента пропускания. Преимущества и недостатки двухлучевой схемы.
12. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Режимы атомизации пробы.
13. Приборы для исследования эмиссионных спектров атомов. Режимы атомизации.
14. Приборы для регистрации спектров люминесценции. Флуориметры, режимы сканирования монохроматоров. Криогенные устройства для люминесцентных исследований.
15. Явление комбинационного рассеяния света для молекулярной системы. Интенсивность колебательного спектра молекул в поглощении и комбинационном рассеянии. Приборы для регистрации спектров комбинационного рассеяния света.
16. Принципиальная схема ЯМР-спектрометра. Режимы развертки спектра. Перспективные направления совершенствования ЯМР-спектрометров.
17. Принцип действия приборов для масс-спектральных исследований.
18. Координаты спектров пропускания, поглощения и рассеяния света веществом. Допустимые интервалы коэффициента пропускания и оптической плотности. Шкала химических сдвигов в спектроскопии ЯМР и ПМР.
19. Первичная обработка спектральной информации. Коррекция фона, неидеальности 100%-линии при измерении спектров пропускания. Расчет истинной оптической плотности. Интегральная интенсивность спектров. Деление контуров полос. Спектры четных и нечетных производных.
20. Калибровочные зависимости в абсорбционной и люминесцентной спектроскопии молекул.

21. Кюветы для получения спектров веществ в различных диапазонах электромагнитного излучения и для различных агрегатных состояний. Особенности измерения спектров твердых веществ.
22. Квантовомеханический и классический подход к описанию колебаний молекул. Колебательные уровни энергии гармонического и ангармонического осцилляторов. Фундаментальные, обертонные и составные частоты.
23. Прямая и обратная колебательная спектральная задача для многоатомных молекул. Элементы математического аппарата механической теории колебательных спектров. Силовые постоянные. Нормальные колебания. Симметрия строения и колебаний молекул. Невырожденные и вырожденные колебания.
24. Элементы математического аппарата квантово-механической теории колебательных спектров. Правила отбора и интенсивность ИК-спектров. Влияние симметрии молекул на интенсивность полос ИК-спектров. Ферми-взаимодействия.
25. Полуэмпирическая концепция характеристических (групповых) колебаний. Валентные, деформационные и крутильные колебания (примеры).
26. Использование характеристических полос поглощения в ИК-спектре для структурного анализа молекул органических соединений. Эмпирические приемы расшифровки ИК-спектров.
27. Классическое и квантово-механическое описание вращательного движения молекул. Типы волчков. Правило интенсивностей во вращательных спектрах. Индуцированные вращательно-трансляционные спектры.
28. Вращательные спектры молекул. Тонкая вращательная структура колебательных спектров линейных и многоатомных нелинейных молекул. Форма контура колебательно-вращательных полос.
29. Электронные состояния двухатомных и линейных молекул. Учет свойств симметрии и мультиплетности состояний.
30. Электронные состояния нелинейных молекул. Учет свойств симметрии и мультиплетности состояний. Корреляционные диаграммы Уолша.
31. Электронные переходы. Орбитальное приближение для описания электронных переходов. Интенсивность поглощения и испускания света при электронных переходах. Правила отбора. Симметрия молекул и электронных переходов (на примере молекулы бензола).
32. Классическая и квантово-механическая интерпретация принципа Франка-Кондона для двухатомных и многоатомных молекул.
33. Различия в электронных спектрах поглощения и испускания атомов и молекул. Устойчивые и неустойчивые электроновозбужденные молекулы. Возникновение сплошных спектров молекул. Определение энергии диссоциации в основном и возбужденном состояниях.
34. Спектры флуоресценции и фосфоресценции сложных молекул. Способы возбуждения и механизмы тушения люминесценции. Использование люминесценции молекул для изучения фотохимических реакций. Поляризация люминесценции.
35. Форма контура полос в электронных спектрах молекул. Тонкая вибронная структура. Оттенения и причина образования кантов. Эффект Шпольского.
36. Полуэмпирическая концепция электронных переходов в молекулах. Объекты для электронной спектроскопии. Хромофоры и ауксохромы. Гипо- и гиперхромный эффект. Диаграммы уровней для сопряженных электронных систем.
37. Полуэмпирическая классификация электронных переходов и полос поглощения в спектрах молекул. Полосы переноса заряда.
38. Избирательное поглощение важнейших структурных фрагментов молекул в УФ-области спектра. Установление структуры органических соединений по электронным спектрам Критерии Мак-Коннела.
39. Принцип аддитивности для сопряженных электронных систем. Правила Вудворда и их применение для структурного анализа органических молекул.
40. Аддитивность электронных эффектов в органических молекулах. Молекулярная рефракция. Инкремент и экзальтация. Рефракции атомов и связей.

41. Применение рефрактометрии для структурного анализа органических молекул. Методы расчета теоретических значений рефракции.
42. Взаимодействие спинового магнитного момента ядра и электрона с внешним магнитным полем: классический и квантово-механический подход.
43. Протонный магнитный резонанс (ПМР). Индуцированные магнитные поля и магнитное экранирование. Конусы анизотропии.
44. Химический сдвиг сигнала ПМР. Стандарты. Корреляции между химическим сдвигом и электрическими эффектами в молекулах. Эквивалентные и неэквивалентные ядра. Протонные системы.
45. Интенсивность сигнала ПМР. Измерение интенсивностей пиков и мультиплетов.
46. Спин-спиновые взаимодействия ядер. Мультиплетное расщепление сигналов, константы спин-спинового взаимодействия. Спектры ПМР 1-го и 2-го порядков.
47. Установление молекулярной структуры по спектрам ПМР. Аддитивные схемы для расчета химических сдвигов. Трудности в расшифровке ПМР-спектров 2-го порядка и возможные пути их преодоления. Влияние конформационных переходов на вид спектра ПМР.
48. Процессы ионизации молекул в масс-спектрометрии. Типы ионов и методы ионизации. Фрагментации и перегруппировки. Правило 6-членной перегруппировки.
49. Масс-спектрометрия: координаты и единицы измерения. Изотопные отношения. Чувствительность и разрешающая способность метода.
50. Напишите уравнение, устанавливающие взаимосвязь между межплоскостным расстоянием, длиной волны падающего луча и углом дифракции.
51. Как генерируются рентгеновские лучи? В каком диапазоне длин волн они находятся?
52. Из каких частей состоит рентгеновская трубка? Какие материалы используются в качестве анода? Схематически зарисуйте рентгеновскую трубку.
53. В чем заключается качественное различие рентгенограмм различных типов кубических решеток?
54. Метод порошка в рентгенофазовом анализе: преимущества и недостатки.
55. Какие программы входят в комплект PDWin 4.0, для чего они используются? Кратко охарактеризуйте каждую из них.
56. Какова классификация дифракционных методов исследования?
57. Поясните рентгенооптическую схему дифрактометра ДРОН 7.
58. В чем заключается фокусировка по Брэггу-Брентано?
59. В чем заключается качественный рентгенофазовый анализ?
60. Назовите и охарактеризуйте основные части дифрактометра.
61. Последовательность действий при работе на дифрактометрах, порядок включения, выключения, техника безопасности.
62. Рассчитайте параметр гранецентрированной кубической ячейки если d200=2.7740 Å. Используя картотеку стандартов, отберите эталоны с наиболее близкими значениями к условиям задачи.
63. При съемки некоторого образца с использованием излучения Cu Kα получен рефлекс от плоскости с положением θ=33.8100° (d310=2.6490 Å). Что изменится если этот образец снять с использованием излучения Co Kα? (Провести расчеты и объяснить).
64. Рассчитайте параметр элементарной кубической ячейки если d310=2.6490Å. Важно или нет при решении задачи тип кубической решетки?
65. По каким параметрам поиска (программы «Работа с базой данных» и «PCPDFWIN») может быть осуществлен подбор эталонной карточки?
66. Рентгенофлуоресцентный анализ, суть метода, спектр и его обработка. Качественный анализ. Объекты исследования, пробоподготовка. Преимущества и недостатки.
67. Количественный рентгенофазовый анализ. Его виды.
68. Рентгенофазовый анализ минералов. Особенности строения минералов и специфика пробоподготовки и съемки дифрактограмм.
69. Уширение дифракционного пика. Причины. Расчет размеров кристаллитов.

70. Электронная микроскопия. Атомно-силовая и растровая микроскопия. Рентгеновский микроанализ.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знает основные источники учебной информации по современным физическим методам исследования, принципы системного подхода для решения поставленных задач и их необходимость. Умеет пользоваться компьютерными технологиями поиска учебной и справочной литературы, грамотно применять на практике принципы системного подхода для решения поставленных задач.	Работа на занятии (терминологический диктант), выполнение лабораторных работ, отчет, контрольные работы тестовое задание, вопросы к экзамену.	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
2	ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	Знает основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, способы физического и математического описания сложных молекул с использованием IT-технологий. Умеет эффективно использовать вычислительную технику для выполнения регистрации, расшифровки и расчетов структуры соединений. работать с компьютером, как средством управления информацией.		Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
3	ОПК-4 Способен планировать работы химической направленност	Знает общие и специализированные способы описания сложных молекул и их взаимодействия с электромагнитным излучением методами		Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и

	и, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	квантовой химии, квантовой механики и оптики. Умеет интерпретировать полученные результаты, описать строение вещества и его свойства по совокупности спектральной и дифракционной информации. по поставленной исследовательской химической задаче, находить способы ее практического решения.		правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
4	ОПК-5 Способен использовать существующие программные продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности	Знает основные и специализированные программные продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности. Умеет использовать основные и специализированные программные продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности.		Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
5	ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает основы методов и способы пробоподготовки для различных физических методов исследования Умеет проводить эксперимент по изучению фазового состава кристаллического объекта и структуры органического соединения под началом специалиста более высокой квалификации, используя стандартные методики выполнения.		Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".

6	ПК-2 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает основные научно-информационные сервисы и порталы по поиску информации по ФМИ. Умеет работать в наукометрических базах WoS, Scopus, e-library и осуществлять поиск информации по использованию ФМИ и готовить единый информационный материал, используя данные, полученные из различных источников.		Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
7	ПК-3 Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает оборудование, принципы его работы, последовательность выполнения эксперимента при решении поставленных технологических задач. Умеет выбирать технические средства и методы испытаний поставленных технологических задач, используя стандартные методики их выполнения под началом специалиста более высокой квалификации.		Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
8	ПК-4 Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	Знает оборудование и основные методики проведения анализов, сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения. Умеет проводить расшифровку экспериментальных данных спектральных и дифракционных методов, используя наборы справочных стандартов и характеристик, для оценки компонентного состава объектов различной природы.		Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".

9	ПК-6 Способен организовывать материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР	Знает принцип действия оборудования для спектральных, микроскопических и рентгеновских методов. Умеет при сформулированных целях и задачах НИР/НИОКР подобрать необходимое оборудование и метод решения поставленной задачи.		Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Луков, В. В. Физические методы исследования в химии: Учебное пособие / Луков В.В., Щербаков И.Н. - Ростов-на-Дону :Южный федеральный университет, 2016. - 216 с.: ISBN 978-5-9275-2023-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/991794 (дата обращения: 01.04.2020) — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Бёккер, Ю. Спектроскопия : руководство / Ю. Бёккер. — Москва : Техносфера, 2009. — 528 с. — ISBN 978-5-94836-220-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/73013 (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Монина, Л. Н. Рентгенография. Качественный рентгенофазовый анализ : учебное пособие / Л. Н. Монина. — Тюмень : ТюмГУ, 2016. — 120 с. — ISBN 978-5-400-01316-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/110120 (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература:

1. Спектральные методы анализа: Учебное пособие / Пашкова Е.В., Волосова Е.В., Шипуля А.Н. - Москва :СтГАУ - "Агрус", 2017. - 56 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/976630 (дата обращения: 01.04.2020).

2. Молекулярная спектроскопия: основы теории и практика: Учебное пособие / Ф.Ф. Литвин, В.Т. Дубровский и др.; Под ред. Ф.Ф.Литвина - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 263 с. (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-005727-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/444657 (дата обращения: 01.04.2020) — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе: издание второе, переработанное и дополненное. учебное пособие / Н. Г. Ярышев, Ю. Н. Медведев, М. И. Токарев [и др.]. — Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе, Весь срок охраны авторского права. — Электрон. дан. (1 файл). — Москва: Прометей, 2015 — 196 с. — Весь срок охраны авторского права. — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:http://www.iprbookshop.ru/58227.html>. (дата обращения: 01.04.2020)

4. Фазовые равновесия в системах сульфидов 3d-, 4f-элементов : монография / О. В. Андреев, В. Г. Бамбуров, Л. Н. Монина [и др.]. — Тюмень : ТюмГУ, 2015. — 312 с. — ISBN 978-5-7691-2429-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

https://e.lanbook.com/book/109678 (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Интернет-ресурсы:

http://elibrary.ru Научная электронная библиотека
http://biblioclub.ru/ ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
http://archive.neicon.ru/xmlui/ Архив научных журналов
http://diss.rsl.ru/ Электронная библиотека диссертаций РГБ

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

МЕЖВУЗОВСКАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА (МЭБ): https://icdlib.nspu.ru/
НАЦИОНАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА: https://rusneb.ru/
База данных ООО «ИВИС»: https://dlib.eastview.com/browse
Электронная библиотека Grebennikon: https://grebennikon.ru/
American Chemical Society: https://www.acs.org/content/acs/en.html

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)*:*

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:

MS Office (Excel, Word, PowerPoint)

Платформа для электронного обучения Microsoft Teams

Специализированные программы, обеспечивающие работу спектральных приборов и обработку данных, поставляемые с приборами.

Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:

GSAS, Powder Cell, FAR Manager.

Программы для рисования структурных формул и 3D-моделирования ChemSketch и 3D-Viewer (свободно распространяемые версии можно скачать с сайта разработчика http://www.acdlabs.com).

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Лекционная аудитория должна быть обеспечена мультимедийным оборудованием (настенный экран, компьютер, проектор, пульт, презентер), что позволяет осуществлять просмотр электронных презентаций, видеоматериалов.

Лаборатории оснащены следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель; доска аудиторная; анализатор дзета-потенциала SurPASS 3 Eco (Anton Paar) 2019; анализатор размера частиц Litesizer 500 (Anton Paar) 2019; ротационный вискозиметр Visco QC100-L (Anton Paar) 2019; анализатор общего, органического углерода и связанного азота в воде и твердых образцах «Vario TOC Cube» (Elementar) 2011; спектрофотометр универсальный атомно-абсорбционный высокого разрешения и одновременного многоэлементного анализа со сплошным источником спектра ContrAA 700 (Analytik Jena) 2008; спектрофотометр абсорбционный УФ- и видимой области Agilent 8453 (Agilent Technologies) 2007; тензиометр Spinning Drop Tensiometer – SITE 100 (KRÜSS) 2014; видеотензиометр вращающейся капли для высокотемпературных испытаний SVT 20N (DataPhysics) 2018; ИК-спектрометр Agilent Cary 630 FTIR 2020; спектрофотометр Двухлучевой Shimadzu UV-2600 2020; спектрометр оптико-эмиссионный Analytik Jena PlasmaQuant PQ 9000 2020. автоматический потенциометрический титратор в комплекте с управляющей станцией T5 (Mettler Toledo, Швейцария); шкафы вытяжные лабораторные; персональные компьютеры. На ПК установлено следующее программное обеспечение: офисное ПО: операционная система MS Windows, офисный пакет MS Office, платформа MS Teams, офисный пакет LibreOffice,

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной работе Института химии
_____ /Т.М. Бурханова
23 июня 2021 г.

Химические основы биологических процессов

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Исаев А.Ю., Кремлева Т.А. Химические основы биологических процессов. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины опубликована на сайте ТюмГУ: Химические основы биологических процессов [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Исаев А.Ю., Кремлева Т.А., 2020.

Пояснительная записка

Целью изучения данной дисциплины является формирование представлений о химических основах биологических процессов и о современном состоянии фундаментальных исследований в этой области. Формирование таких знаний связано с решениями следующих ***задач***:

- усвоение знаний об особенностях химического строения, физико-химических свойств и биологических функциях основных групп биологически активных веществ — аминокислот, пептидов, белков, витаминов, углеводов, липидов, нуклеиновых кислот, гормонов и ферментов;
- усвоение знаний об органических реакциях, обеспечивающих обмен веществ и энергии;
- усвоение знаний о молекулярных аспектах физиологии человека, животных и процессах переноса наследственной информации.

1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули) обязательной части учебного плана по направлению 04.03.01 Химия.

В информационном и логическом отношениях курс основан на материале дисциплины «Органическая химия», данная дисциплина последовательно развивает материал курсов «Органическая химия», тесно связана с дисциплиной «Принципы естественнонаучного познания».

Обучающиеся должны предварительно знать: химические свойства основных классов органических соединений, химические основы функционирования живых организмов, основные пути круговорота веществ в живой природе, владеть навыками работы в химической лаборатории, а также уметь анализировать литературные источники и полученные экспериментальные результаты.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.	**Знает:** Теоретические основы особенностей строения биомолекул и способы решения экспериментальных трудностей при работе с ними.
	Умеет: Определять круг задач в рамках поставленной цели и планировать реализацию задач с учетом имеющихся условий и ограничений.
УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).	**Знает:** Особенности деловой и официальной переписки на русском и иностранном языке.
	Умеет: Вести деловую и официальную переписку на русском и иностранном языке; адаптировать речь и стиль общения к различным сценариям взаимодействия.
УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и	**Знает:** Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории и основные приемы оказания первой помощи. Потенциальную угрозу каждого химического вещества, образца и оборудования, с которыми работает в химической лаборатории.
	Умеет: Идентифицировать опасные и вредные факторы в рамках профессиональной деятельности; принимать меры по предотвращению чрезвычайных ситуаций и несчастных случаев.

военных конфликтов	
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.	**Знает:** Теоретические основы классических представлений строения биомолекул, а также современные взгляды на строение вещества.
	Умеет: Формулировать выводы и делать заключения на основе сопоставления экспериментальных и литературных данных; анализировать результаты экспериментов, выявлять закономерности и прогнозировать поведение объектов.
ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.	**Знает:** Основные правила техники безопасности при работе с химическими веществами и оборудованием; потенциальную угрозу каждого химического вещества, образца и оборудования, с которыми работает в химической лаборатории.
	Умеет: Выбирать оптимальную методику работы для обеспечения безопасного и эффективного достижения результата и, при необходимости, модифицировать её; проводить стандартные операции по работе с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.
ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.	**Знает:** Стандартные приемы и методики работы с веществами биогенного происхождения.
	Умеет: Выбрать наиболее оптимальную методику для работы с веществами биологического происхождения и модернизировать её в случае необходимости; проводить исследования веществ биогенного происхождения, в том числе с использованием современного оборудования.
ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы.	**Знает:** Отличительные химические особенности соединений биогенной природы, а также методологические, научные основы и возможности современных экспериментальных методов работы с веществами биогенного происхождения.
	Умеет: Получать, интерпретировать, критически оценивать экспериментальные данные о биомолекулах, прочую экспериментальную информацию, а также информацию справочного характера.

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	**Всего часов** (академические часы)	**Часов в семестре** (академические часы)
		8
Общий объем зач. ед.	**4**	**4**
час	**144**	**144**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	**104**	**104**
Лекции	44	44
Практические занятия	0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	60	60
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**40**	**40**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		зачет

3. Система оценивания

3.1. Контроль качества подготовки осуществляется путем проверки теоретических знаний и практических навыков с использованием

а) Текущей аттестации:

- устные опросы;
- тестовые задания;
- отчеты и защиты лабораторных работ;
- реферат;
- итоговая семестровая контрольная работа.

б) Промежуточной аттестации:

- зачет в конце 8 семестра.

Текущий и промежуточный контроль освоения и усвоения материала дисциплины осуществляется в рамках рейтинговой (100-бальной) системы оценок.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Биомолекулы: состав, структура и свойства.	26	10	0	10	0
2.	Биохимические реакции.	21	7	0	10	0
3.	Обмен веществ и энергетика биохимических процессов.	21	6	0	10	0
4.	Ферментативные реакции	30	7	0	10	0
5.	Химические основы наследственности.	16	7	0	10	0
6.	Качественный функциональный анализ биомолекул.	30	7	0	10	0
7	Консультация и зачет					8
	Итого (часов)	144	44	0	60	8*

** – учитывает контактную работу на консультации и зачете.*

4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

Тема 1. Биомолекулы: состав, структура и свойства.

Особенности живой материи. Уровни организации. Основные классы химических веществ в живых организмах: аминокислоты, пептиды, белки, сахара, нуклеозиды, нуклеиновые кислоты, жирные кислоты, витамины и микроэлементы, гормоны, алкалоиды. Вода и минеральные вещества в живых организмах. Особенности состояния химических веществ в живых организмах.

Аминокислоты и белки. Аминокислоты. Протеино- и непротеиногенные. Стереохимия. Белки. Классификация: простые и сложные. Состав и строение. Четыре уровня организации. Первичная структура белков и методы ее определения. Автоматические анализаторы. N- и С-концевой анализ. Вторичная структура белков и методы ее определения. Третичная и четвертичная структуры. Свойства и функции белков в организме: ферментативная, транспортная, механохимическая и пластическая, гормональная, защитная, энергетическая.

Углеводы. Классификация. Стереохимия. Таутомерия. Биологически важные производные моносахаридов: продукты неполного окисления, аминосахара, дезоксисахара. Олигосахариды. Структура важнейших дисахаридов: восстанавливающие и невосстанавливающие, таутомерия. Полисахариды. Классификация и структура. Биологическое значение (крахмал, гликоген, хитин, гиалуроновая кислота, мукополисахариды). Биологические функции углеводов.

Липиды. Классификация и структура. Жирные кислоты. Глицериносодержащие липиды. Сфинголипиды. Гликолипиды. Воска. Стероиды. Желчные кислоты. Половые гормоны. Биологические функции липидов.

Витамины. Классификация и номенклатура. Биологическая роль витаминов (коферментдантные функции витаминов B_1, B_2, B_6). Антивитамины.

Гормоны. Классификация. Механизм действия. Биологическая роль.

Тема 2. Биохимические реакции

Особенности реакций *in vivo*. Ферменты. Классификация и номенклатура. Строение ферментов. Свойства (термолабильность, зависимость активности от pH, специфичность). Механизм действия ферментов. Кинетика ферментативных реакций.

Тема 3. Обмен веществ и энергетика биохимических процессов.

Молекулярные аспекты физиологии человека.

Термодинамическая обеспеченность биопроцессов. Метаболизм: катаболизм и анаболизм. Метаболический цикл. Субстраты метаболизма. Уровни регуляции.

Биоэнергетика метаболических процессов. Образование и роль АТФ. Макроэргические связи. Окислительно-восстановительные процессы. Аэробное и анаэробное окисление. Дыхательная цепь. Окислительное фосфорилирование. Свободное окисление.

Метаболизм углеводов. Гликолиз. Брожение и дыхание. Цикл трикарбоновых кислот. Окислительное фосфорилирование. Окисление жирных кислот. Окислительное расщепление аминокислот.

Биосинтез жирных кислот, аминокислот, мононуклеотидов. Фотосинтез. Фиксация азота.

Тема 4. Ферментативные реакции.

Окислительные ферменты: оксидазы и пероксидазы растений. Ферментативный и кислотный гидролиз крахмала. Состав амилазы растений и гидролиз крахмала. Ферменты в организме человека. Роль ферментов в биохимических процессах.

Тема 5. Химические основы наследственности.

Биополимеры и наследственность.

Нуклеиновые кислоты: химический состав и строение ДНК и РНК, мононуклеотиды, полинуклеотиды и нуклеиновые кислоты.

Первичная и вторичная структуры, двойная спираль ДНК. Комплементарные и межплоскостные взаимодействия.

Строение РНК и ее виды. Структура транспортной РНК.

Роль ДНК и РНК в организме. Репликация ДНК. Транскрипция. Генетический код и функции т-РНК. Биосинтез белка. Мутации.

Химические аспекты происхождения жизни.

Тема 6. Качественный функциональный анализ биомолекул.

Качественные реакции α-аминокислот, пептидов и белков. Образование комплексных солей меди(II), реакции с нингидрином, реакции с азотистой кислотой, Качественная реакция обнаружения цистеина, биуретовая реакция, ксантопротеиновая реакция.

Качественные реакции углеводов. Доказательство наличия диольного фрагмента в глюкозе, восстановление гидроксида меди(II) в глюкозе, восстановление гидроксида диамминсеребра глюкозой и фруктозой, реакция Селиванова на фруктозу.

Химический анализ жиров. Доказательство ненасыщенности олеиновой кислоты, омыление жира, гидролиз мыла.

Темы лабораторных работ

По каждой работе предоставляется оформленный письменный отчет и производится защита результатов работы по отчету (на усмотрение преподавателя).

Лабораторная работа №1. Вводное лабораторное занятие.

Вводный инструктаж по технике безопасности. Теоретическая подготовка к выполнению лабораторных работ по разделу α-аминокислоты, пептиды, белки.

Протеиногенные и непротеиногенные аминокислоты: классификация; номенклатура, одно и трехбуквенные обозначения; стереоизомерия протеиногенных аминокислот, R-, S-номенклатура; кислотно-основные свойства, ИЭТ и ИИТ. Общие химические свойства: этерификация, ацилирование, получение галогенангидридов, образование оснований Шиффа, ДНФ- и ФГТ-производные, декарбоксилирование. Реакции аминокислот *in vivo*: трансаминирование, окислительное дезаминирование, внутримолекулярное дезаминирование.

Пептиды и белки: пептидная связь; номенклатура пептидов; утроение пептидов и белков; уровни организации белков; особенности лабораторных методов синтеза пептидов, твердофазный синтез; анализ пептидных цепочек, С-, N- концевой анализ.

Лабораторная работа №2. Качественный функциональный анализ аминокислот и пептидов. Разделение белков.

Цель работы: 1) освоение приемов качественного анализа биомолекул на примере цветных реакций аминокислот и пептидов. 2) разделение альбуминов и глобулинов яичного белка методом высаливания.

Перечень проделываемых реакций:

- биуретовая реакция;
- нингидриновая реакция;
- реакция Ван-Слайка;
- ксантопротеиновая реакция;
- реакция Адамкевича;
- реакция серосодержащих аминокислот с ацетатом свинца (II);
- реакция серосодержащих аминокислот с нитропруссидом натрия.

Лабораторная работа №3. Качественный функциональный анализ сложных белков.

Цель работы: освоение приемов качественного анализа биомолекул на примере качественных реакций протеидов разного типа.

Перечень проделываемых реакций:

- Выделение и анализ гликопротеидов;
- Выделение и анализ фосфопротеидов.

Лабораторная работа №4. Качественный функциональный анализ углеводов.

Цель работы: освоение приемов качественного анализа биомолекул на примере качественных реакций углеводов разного типа:

Перечень проделываемых реакций:

- Качественные реакции на пентозы;
- Качественные реакции на гексозы.
- Качественные реакции на дисахариды;
- Качественные реакции на полисахариды;
- Гидролитическое расщепление полисахаридов.

Лабораторная работа №5. Качественный функциональный анализ нуклеиновых кислот.

Цель работы: освоение приемов качественного анализа биомолекул на примере качественных реакций нуклеиновых кислот и нуклеопротеидов.

Перечень проделываемых реакций:

- Выделение ДНК из тканей печени;
- Качественная реакция на ДНК;
- Выделение нуклеопротеидов из дрожжей;
- Гидролиз и исследование продуктов гидролиза нуклеопротеидов.

Лабораторная работа №6. Химические свойства ферментов.

Теоретическая подготовка к выполнению лабораторных работ по разделу "Ферменты": определение; номенклатура, классификация и строение; особенности ферментов как белковых катализаторов; кофакторы и коферменты; активный центр, изоферменты; свойства ферментов; механизм действия ферментов; кинетика реакций ферментативного катализа; факторы, определяющие активность фермента; регуляция активности ферментов; денатурация и реактивация ферментов; биологическое значение и применение ферментов.

Лабораторная работа №7. Ферментативный и неферментативный гидролиза крахмала.

Цель работы: изучение особенностей протекания ферментативного гидролиза крахмала под действием амилазы слюны; сравнение ферментативного и неферментативного (кислотного) гидролиза крахмала.

Лабораторная работа №8. Окислительные ферменты растений.

Цель работы: изучение действия окислительных ферментов растений, содержащихся в соке лука и капусты, на примере реакции между гидрохиноном и пероксидом водорода.

Лабораторная работа №9. Специфичность действия ферментов.

Цель работы: изучение явления специфичности действия ферментов на примере реакций гидролиза; определение типа специфичности для разных ферментов: относительная (групповая), абсолютная.

Лабораторная работа №10. Влияние внешних факторов на активность ферментов.

Цель работы: изучение влияния внешних факторов (температуры и кислотности среды, присутствия различных катионов и анионов) на активность действия ферментов на примере реакции гидролиза крахмала; изучение возможности регуляции активности фермента извне.

Лабораторная работа №11. Витамины.

Цель работы: изучение специфических химических свойств жирорастворимых и водорастворимых витаминов; изучение качественных реакций жирорастворимых и водорастворимых витаминов.

Примеры средств проведения текущего контроля

Примерные задания контрольных работ:

1. Напишите уравнения стадий, через которые проходит гидролиз адениндезоксирибонуклеозида. В каком растворе – щелочном или кислом – реакция будет проходит быстрее?

2. При гниении белков под действием микроорганизмов обнаруживаются диамины – кадаверин и путресцин. Из каких α-аминокислот и в результате какой реакции получаются эти диамины?

Примерные задания тестовых работ:

1) Сравните растворимость трех пентапептидов при pH=7. Расположите их в порядке возрастания гидрофильных свойств:

1) лей– фен– иле– гли– вал;

2) глу– асп– сер– фен– иле.

3) арг– лиз– тре– гис– цис.

2) Как будет мигрировать белок при проведении электрофореза в условиях, когда pH раствора имеет более щелочное значение, чем ИЭТ?

1. К аноду;

2. К катоду;
3. Остаётся на месте старта;
4. Образует биполярный ион

Примерные темы рефератов:

1. Химический синтез полипептидов и белковых молекул.
2. Генетический аппарат клетки. Генетический код. Принципы действия кода.
3. Биосинтез ДНК.
4. Механизм специфического отбора аминокислот при биосинтезе белка.
5. Генная инженерия.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Биомолекулы: состав, структура и свойства	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, подготовка реферата
2.	Биохимические реакции	Чтение дополнительной литературы, проработка лекций, подготовка к лабораторным работам, выполнение письменной контрольной работы
3.	Обмен веществ и энергетика биохимических процессов	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций
4.	Ферментативные реакции	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, подготовка отчетов по лабораторным работам
5.	Химические основы наследственности	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций
6.	Качественный функциональный анализ биомолекул	Чтение дополнительной литературы, проработка лекций, подготовка отчетов по лабораторным работам

6. Промежуточная аттестация по дисциплине

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Форма проведения промежуточной аттестации: зачет.

Студенты, набравшие по дисциплине в период проведения текущего контроля не менее 61 балла и выполнившие все лабораторные работы (с предоставлением письменного отчета), получают зачет автоматически. Студенты, набравшие по дисциплине в период проведения текущего контроля менее 61 балла, сдают зачет.

Студентам, не выполнившим все формы текущего контроля, предусмотренные рабочей программой дисциплины, и допущенным к зачету, помимо вопросов билета, необходимо ответить на дополнительные вопросы (решить задачи) по несданным разделам дисциплины.

Зачет проводится в устной форме по билетам, вопросы в которых выбираются из заранее утвержденного перечня. Студентам, не выполнившим все формы текущего контроля, предусмотренные программой, помимо вопросов билета, необходимо ответить на дополнительные вопросы (решить задачи) по несданным разделам дисциплины.

Вопросы для подготовки к зачету.

1. Основные классы химических веществ в живых организмах: аминокислоты, пептиды, белки, сахара, нуклеозиды, нуклеиновые кислоты, жирные кислоты, витамины и микроэлементы, гормоны, алкалоиды. Вода и минеральные вещества в живых организмах. Особенности состояния химических веществ в живых организмах.

2. Аминокислоты. Протеино- и непротеиногенные. Стереохимия.

3. Белки. Классификация: простые и сложные. Состав и строение. Четыре уровня организации. Первичная структура белков и методы ее определения. Автоматические анализаторы. N- и С-концевой анализ.

4. Вторичная структура белков и методы ее определения. Третичная и четвертичная структуры. Свойства и функции белков в организме: ферментативная, транспортная, механохимическая и пластическая, гормональная, защитная, энергетическая.

5. Углеводы. Классификация. Стереохимия. Таутомерия. Биологически важные производные моносахаридов: продукты неполного окисления, аминосахара, дезоксисахара.

6. Олигосахариды. Структура важнейших дисахаридов: восстанавливающие и невосстанавливающие, таутомерия.

7. Полисахариды. Классификация и структура. Биологическое значение (крахмал, гликоген, хитин, гиалуроновая кислота, мукополисахариды). Биологические функции углеводов.

8. Липиды. Классификация и структура. Жирные кислоты. Глицериносодержащие липиды. Сфинголипиды. Гликолипиды. Воска. Стероиды. Желчные кислоты. Половые гормоны. Биологические функции липидов.

9. Витамины. Классификация и номенклатура. Биологическая роль витаминов (коферментдантные функции витаминов В1, В2, В6). Антивитамины.

10. Гормоны. Классификация. Механизм действия. Биологическая роль.

11. Ферменты. Классификация и номенклатура. Строение ферментов. Свойства (термолабильность, зависимость активности от pH, специфичность). Механизм действия ферментов. Кинетика ферментативных реакций.

12. Термодинамическая обеспеченность биопроцессов. Метаболизм: катаболизм и анаболизм. Метаболический цикл. Субстраты метаболизма. Уровни регуляции.

13. Биоэнергетика метаболических процессов. Образование и роль АТФ. Макроэргические связи. Окислительно-восстановительные процессы. Аэробное и анаэробное окисление. Дыхательная цепь. Окислительное фосфорилирование. Свободное окисление.

14. Метаболизм углеводов. Гликолиз. Брожение и дыхание. Цикл трикарбоновых кислот. Окислительное фосфорилирование. Окисление жирных кислот. Окислительное расщепление аминокислот.

15. Биосинтез жирных кислот, аминокислот, мононуклеотидов. Фотосинтез. Фиксация азота.

16. Окислительные ферменты: оксидазы и пероксидазы растений. Ферменты тканевого дыхания животных: окислительные ферменты молока и мяса.

17. Нуклеиновые кислоты: химический состав и строение ДНК и РНК, мононуклеотиды, полинуклеотиды и нуклеиновые кислоты. Первичная и вторичная структуры, двойная спираль ДНК. Комплементарные и межплоскостные взаимодействия.

18. Строение РНК и ее виды. Структура транспортной РНК. Роль ДНК и РНК в организме. Репликация ДНК. Транскрипция. Генетический код и функции т-РНК. Биосинтез белка. Мутации.

19. Ферментативный и кислотный гидролиз крахмала. Состав амилазы растений и гидролиз крахмала.

20. Качественные реакции а-аминокислот, пептидов и белков. Образование комплексных солей меди(II), реакции с нингидрином, реакции с азотистой кислотой, Качественная реакция обнаружения цистеина, биуретовая реакция, ксантопротеиновая реакция.

21. Качественные реакции углеводов. Доказательство наличия диольного фрагмента в глюкозе, восстановление гидроксида меди(II) в глюкозе, восстановление гидроксида диамминсеребра глюкозой и фруктозой, реакция Селиванова на фруктозу.

22. Химический анализ жиров. Доказательство ненасыщенности олеиновой кислоты, омыление жира, гидролиз мыла.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	**УК-2**. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.	**Знает**: Теоретические основы особенностей строения биомолекул и способы решения экспериментальных трудностей при работе с ними. **Умеет**: Определять круг задач в рамках поставленной цели. Планировать реализацию задач с учетом имеющихся условий и ограничений.	Контрольная работа, Устные опросы, Защита лабораторных работ.	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 «Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО ТюмГУ»
2.	**УК-4**. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).	**Знает**: Особенности деловой и официальной переписки на русском и иностранном языке. **Умеет**: Вести деловую и официальную переписку на русском и иностранном языке; адаптировать речь и стиль общения к различным сценариям взаимодействия.	Контрольная работа, устные опросы, отчеты по лабораторным работам защита лабораторных работ, тесты, реферат.	
3.	**УК-8.** Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	**Знает**: Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории и основные приемы оказания первой помощи Потенциальную угрозу каждого химического вещества, образца и оборудования, с которыми работает в химической лаборатории. **Умеет**: Идентифицировать опасные и вредные факторы в рамках профессиональной деятельности; принимать меры по предотвращению чрезвычайных ситуаций и несчастных случаев.	Контрольная работа, устные опросы, отчеты по лабораторным работам защита лабораторных работ, тесты.	
4.	**ОПК-1**. Способен анализировать и интерпретировать результаты	**Знает**: Теоретические основы классических представлений строения биомолекул, а также современные взгляды на	Устные опросы, контрольная работа, отчеты по	

	химических экспериментов, наблюдений и измерений.	строение вещества. **Умеет**: Формулировать выводы и делать заключения на основе сопоставления экспериментальных и литературных данных; анализировать результаты экспериментов, выявлять закономерности и прогнозировать поведение объектов.	лабораторным работам, защита лабораторных работ, реферат.	
5.	**ОПК-2**. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.	**Знает**: Основные правила техники безопасности при работе с химическими веществами и оборудованием; Потенциальную угрозу каждого химического вещества, образца и оборудования, с которыми работает в химической лаборатории. **Умеет**: Выбирать оптимальную методику работы для обеспечения безопасного и эффективного достижения результата и, при необходимости, модифицировать её; проводить стандартные операции по работе с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.	Контрольная работа, устные опросы, отчеты по лабораторным работам защита лабораторных работ.	
6.	**ПК-1**. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.	**Знает**: Стандартные приемы и методики работы с веществами биогенного происхождения **Умеет:** Выбрать наиболее оптимальную методику для работы с веществами биологического происхождения и модернизировать её в случае необходимости; проводить исследования веществ биогенного происхождения, в том числе с использованием современного оборудования.	Контрольная работа, устные опросы, отчеты по лабораторным работам защита лабораторных работ.	
7.	**ПК-2**. Способен оказывать информационную поддержку специалистам,	**Знает**: Отличительные химические особенности соединений биогенной природы, а также методологические, научные	Контрольная работа, устные опросы, отчеты по лабораторным	

	осуществляющим научно-исследовательские работы.	основы и возможности современных экспериментальных методов работы с веществами биогенного происхождения. **Умеет**: Получать, интерпретировать, критически оценивать экспериментальные данные о биомолекулах, прочую экспериментальную информацию, а также информацию справочного характера.	работам защита лабораторных работ, тесты, реферат.	

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

- Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского Т. П. Мосоловой [и др.]. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020 — Том 1 : Основы биохимии, строение и катализ — 2020. — 749 с. — ISBN 978-5-00101-864-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/135557 (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей
- Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского Т. П. Мосоловой [и др.]. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020 — Том 2 : Биоэнергетика и метаболизм — 2020. — 691 с. — ISBN 978-5-00101-865-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/135558 (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей
- Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского Т. П. Мосоловой, О. В. Ефременковой. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020 — Том 3 : Пути передачи информации — 2020. — 451 с. — ISBN 978-5-00101-866-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/135559 (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей

7.2 Дополнительная литература:

- Кольман, Я. Наглядная биохимия : справочник / Я. Кольман, К. -. Рём ; перевод с английского Т. П. Мосоловой. — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2019. — 514 с. — ISBN 978-5-00101-645-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/121226 (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- Конопатов, Ю. В. Основы экологической биохимии : учебное пособие / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 136 с. — ISBN 978-5-8114-2489-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/107942 (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей

7.3 Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека учебных материалов по химии химического факультета Московского государственного университета: http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary

Научная электронная библиотека: http://elibrary.ru.

Биологическая химия: патогенез, лечение и профилактика заболеваний. biohimija.ru/category/biologicheskaya-ximiya/

Собрание книг по биофизике и биохимии: http://www.ph4s.ru/book_bio.html

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

База данных American Chemical Society (Американского химического общества): https://www.acs.org/content/acs/en.html
База данных Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества): https://pubs.rsc.org/
Clarivate Analytics – Web of Science Core Collection: https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=C2ivzMxspGLnBiQvQWN&preferencesSaved=
Межвузовская электронная библиотека (МЭБ): https://icdlib.nspu.ru/

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:
Работа с Интернетом
Работа с информационным порталом БМК ТюмГУ
Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:
Платформа для электронного обучения Microsoft Teams
Microsoft Office (в частности Microsoft Word, Excel, PowerPoint)
Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:
ChemSketch
WinDjView
FAR Manager

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий оборудованные мультимедийным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа должна быть оснащена: учебная мебель; доска аудиторная; аквадистиллятор ДЭ-40 электрический; анализатор вольтамперометрический ТА- Lab с приставкой "Чисто - ТА"; весы аналитические VIBRA HTR 220CE; весы технические ВТ-600; кондуктометр - солемер " Анион"-4100; магнитная мешалка без подогрева "Ритм"; магнитная мешалка без подогрева «ММ-01» - 2 шт; перемешивающее устройство с подогревом «IKA RH Basic 2»; фотометр КФК-3-"ЗОМЗ"; шейкер орбитальный (перемешивающее устройство) "LOIP -LS-110" ; pH-метр-иономер «Анион» - 4100; pH-метр-иономер И-160.1МП; спектрофотометр ПЭ-5400-УФ; электроплитки лабораторные; шкафы вытяжные лабораторные; ПК рабочая станция СКАТ в сборе: Системный блок в комплекте с монитором.

Оснащенность лабораторных помещений и условия работы в них обучающихся должны соответствовать требованиям техники безопасности по работе с химическими реактивами.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной
работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова/
23 июня 2021 г.

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Шигабаева Г.Н., Русейкина А.В. Высокомолекулярные соединения. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: Фундаментальная и прикладная химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Высокомолекулярные соединения [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.

© Шигабаева Г.Н., Русейкина А.В., 2020.

1. Пояснительная записка

Высокомолекулярные соединения (ВМС) – раздел органической химии, объектами которой служат макромолекулы синтетического и природного происхождения, состоящие из повторяющихся мономерных звеньев или молекулярных группировок, соединенных химическими связями и содержащих в основной цепи атомы углерода, кислорода, азота и серы. На основе ВМС разрабатываются многочисленные материалы, область применения которых весьма многообразна.

Целью дисциплины «Высокомолекулярные соединения» является знакомство студентов с основами науки о полимерах и ее важнейшими практическими приложениями.

Задачами дисциплины «Высокомолекулярные соединения» являются изучение и усвоение студентами следующих вопросов:

- состав, строение, свойства и классификация высокомолекулярных химических веществ и композиций на их основе,
- методы синтеза и химические превращения высокомолекулярных и полимерных веществ,
- свойства макромолекул и их поведение в растворах,
- физико-химические свойства полимеров.
-

1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули) обязательной части учебного плана по направлению 04.03.01 Химия.

В информационном и логическом отношении курс последовательно развивает дисциплины «Физическая химия» и «Органическая химия»

Студент, приступающий к изучению курса «Высокомолекулярные соединения», должен:

Знать: основы теории строения органических соединений, ее связь с химическими свойствами; основы стереохимии и конформационного анализа; механизмов органических реакций и методов их исследования, основные законы химической термодинамики, а также способы их применения для решения практических химических задач.

Уметь: применять теоретические основы к описанию механизмов органических реакций, выбирать наиболее подходящие методы синтеза и идентификации, применять законы термодинамики к рассмотрению химических и физико-химических процессов, самостоятельно формулировать задачи физико-химического исследования, выбирать оптимальные пути и методы их решения.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	Знает: основные принципы системного подхода для решения поставленных задач и их необходимость.
	Умеет: осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации по ВМС, грамотно применять на практике принципы системного подхода для решения поставленных задач.
УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.	Знает: основные принципы самоорганизации и самодисциплины и саморазвития в учебной, профессиональной деятельности.
	Умеет: самостоятельно разработать индивидуальную образовательную траекторию и последовательно реализовать

	ее, определяя приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста.
ОПК-5. Способен использовать существующие программные продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности.	Знает: современное программное обеспечение необходимое для сбора, анализа, обработки и представлении информации химического профиля.
	Умеет: использовать существующие программные продукты и информационные базы данных для решения химических задач с учетом основных требований информационной безопасности.
ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.	Знает: средства и методы необходимые для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.
	Умеет: использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР.
ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает: правила проведения научно-исследовательских работ химического профиля.
	Умеет: осуществлять на практике информационную, техническую поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы.
ПК-3. Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации.	Знает: характеристики приборной базы, методы решения задач, поставленных специалистом химиком более высокой квалификации.
	Умеет: выбрать метод испытаний и подготовить технические средства для практического использования в научно-исследовательской деятельности.

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	**Всего часов**	**Часов в семестре**
		8
Общий объем зач. ед.	**4**	**4**
час	**144**	**144**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	**104**	**104**
Лекции	44	44
Практические занятия	0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	60	60
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**40**	**40**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		экзамен

3. Система оценивания

3.1. Для организации текущего контроля успеваемости обучающихся в семестре используется 100-балльная рейтинговая система оценки успеваемости: лекции – 8 баллов, лабораторные занятия – 92 балла. Применяемые в модуле формы текущего контроля: отчет по лабораторным работам, задачи для самостоятельного решения.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся, переводятся в формат традиционной оценки.

Студенты, набравшие менее 61 балла за дисциплину, в обязательном порядке сдают экзамен. Студенты, набравшие от 61 до 75.99 баллов, имеют право не посещать экзамен и получить оценку "удовлетворительно". Студенты, набравшие от 76 до 90.99 баллов, имеют право не посещать экзамен и получить оценку "хорошо". Студенты, набравшие более 91 балла, автоматически получают оценку "отлично". Студенты, набравшие от 61 до 90.99 баллов, имеют право повысить свою оценку путем сдачи экзамена.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Общие сведения о полимерах	6	6	0	0	0
2	Синтез полимеров: полимеризация и поликонденсация	20	6	0	12	0
3	Химические свойства и химические превращения полимеров	30	6	0	12	0
4	Физико-химические свойства растворов ВМС	34	12	0	12	0
5	Аморфные полимеры	30	8	0	12	0
6	Кристалличесие и ориентированные полимеры	24	6	0	12	0

	Консультации и экзамен	0	0	0	0	10
	Итого (часов)	144	44	0	60	10*

** – учитывает контактную работу на консультации и экзамене.*

4.2. Содержание дисциплины (модуля*)* по темам

Тема 1. Общие сведения о полимерах

Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения: макромолекула, полимер, олигомер, мономер, звено, степень полимеризации. Критерии разграничения ВМС и низкомолекулярных веществ. Агрегатные и фазовые состояния полимеров: твердые тела (кристаллические и аморфные), расплавы, гели, растворы. Важнейшие свойства ВМС, обусловленные большими размерами и цепным строением макромолекул. Полимерное состояние как особая форма существования вещества. Полидисперсность ВМС. Роль усредненных характеристик при описании строения и свойств полимеров. Молекулярная масса ВМС, молекулярно-массовое распределение ВМС.

Конфигурационная и конформационная изомерия. Конфигурация макромолекулы. Регулярные и нерегулярные полимеры. Локальные конфигурационные изомеры в макромолекулах полимеров монозамещенных этиленов и диенов. Стереорегулярные макромолекулы. Конформация макромолекулы. Внутримолекулярное вращение и гибкость макромолекулы. Энергетические барьеры внутреннего вращения. Поворотные изомеры и гибкость реальных цепей. Среднее расстояние между концами цепи как характеристика, чувствительная к конформационному состоянию цепи. Свободно-сочлененная цепь как идеализированная модель гибкой макромолекулы. Связь между средними размерами идеализированного клубка и контурной длиной цепи. Понятие о статистическом сегменте. Энтропийная (молекулярно-кинетическая) упругость гибкой изолированной цепи. Классификация полимеров и их важнейшие представители: природные, искусственные и синтетические полимеры, органические, элементоорганические и неорганические полимеры, линейные, разветвленные и сшитые полимеры, гомополимеры, сополимеры, блок- и привитые сополимеры, гомоцепные и гетероцепные полимеры. Важнейшие представители полимеров.

Тема 2. Синтез полимеров: полимеризация и поликонденсация

Полимеризация. Классификация цепных полимеризационных процессов. Термодинамика полимеризации. Радикальная полимеризация (РП). Инициирование РП. Типы инициаторов. Реакции роста, обрыва и передачи цепи. Ингибиторы. Кинетика РП при малых степенях превращения. Степень полимеризации. Особенности РП при высоких степенях превращения, "гель-эффект". Радикальная сополимеризация. Уравнения состава сополимеров. Схема "Q – e". Катионная полимеризация (КП). Катализаторы и сокатализаторы. Рост и ограничение цепей при КП. Кинетика КП. Анионная полимеризация (АП). Катализаторы АП. Инициирование, рост и ограничение цепей при АП. Стереорегулирование при радикальной и ионной полимеризации. Координационно-ионная полимеризация в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов. Способы проведения полимеризации: в массе, растворе, суспензии, эмульсии.

Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации. Термодинамические аспекты поликонденсации. Кинетика поликонденсации: линейная, совместная и трехмерная поликонденсация. Побочные реакции при поликонденсации. Способы проведения поликонденсации. Примеры важнейших поликонденсационных процессов. Синтез важнейших представителей полимеров, выпускаемых промышленностью.

Тема 3. Химические свойства и химические превращения полимеров

Классификация химических реакций с участием ВМС. Полимераналогичные превращения: введение и элиминирование функциональных групп, превращение одних функциональных групп в другие, циклизация. Особенности реакционной способности функциональных групп: эффект цепи, конфигурационные и конформационные эффекты,

концентрационные, надмолекулярные и электростатические эффекты. Химические реакции, приводящие к увеличению степени полимеризации макромолекул. Сшивание полимеров (реакции структурирования или вулканизация каучуков, отверждения эпоксидных смол). Реакции блок- и привитой сополимеризации. Физико-химические свойства блок- и привитых сополимеров. Использование химических реакций макромолекул для химического и структурно-химического модифицирования полимерных материалов и изделий. Химические реакции, приводящие к уменьшению степени полимеризации макромолекул. Деструкция. Причины деструкции. Физическая деструкция. Химическая деструкция. Классификация деструкции по механизму: цепная и случайная деструкция. Термическая. термоокислительная, механическая, фото- и фотоокислительная деструкция. Деградация полимеров в условиях эксплуатации и переработки. Принципы стабилизации.

Тема 4. Физико-химические свойства растворов ВМС.

Природа растворов полимеров. Термодинамический критерий растворимости и доказательство термодинамической равновесности растворов. Фазовые диаграммы систем "полимер – растворитель". Критические температуры растворения. Явления расслаивания. Свойства растворов полимеров. Особенности процесса растворения полимеров. Неограниченное и ограниченное набухание. Гидродинамические свойства макромолекул в растворе и их особенности по сравнению с растворами низкомолекулярных веществ. Вязкость разбавленных растворов. Приведенная и характеристическая вязкость (уравнение Марка - Хаувинка). Термодинамика умеренно концентрированных растворов высокомолекулярных соединений. Неидеальность растворов. Уравнение состояния полимера в растворе. Второй вириальный коэффициент и θ-температура (θ-условия). Термодинамическое поведение макромолекул в разбавленных растворах. Коэффициент набухания макромолекул. Методы определения молекулярных масс полимеров. Осмометрия, диффузия, седиментация и ультрацентрифугирование, светорассеяние, вискозиметрия. Методы фракционирования: селективное осаждение и растворение, нефелоспектрометрия и турбидиметрическое титрование, гель-фильтрация и гель-проникающая хроматография.

Концентрированные растворы, гели, коллоидные дисперсии полимеров. Ассоциация макромолекул в концентрированных растворах и структурообразование. Особенности течения концентрированных растворов. Сходство и различия между концентрированными растворами и гелями. Коллоидные дисперсии полимеров. Студни.

Полиэлектролиты. Химические и физико-химические особенности поведения ионизирующихся макромолекул: поликислот, полиоснований и их солей. Особенности гидродинамических свойств полиэлектролитов. Термодинамические свойства растворов полиэлектролитов. Амфотерные полиэлектролиты. Белки как пример амфотерных полиэлектролитов. Особенности поведения полиамфолитов. Изоэлектрическая точка. Изоионная точка. Ионообменные смолы.

Тема 5. Аморфные полимеры

Структура полимерных тел. Основные физико-механические свойства аморфных и кристаллических полимеров. Особенности молекулярного строения полимеров и принципы упаковки макромолекул. Аморфные и кристаллические полимеры. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров. Температура кристаллизации и температура плавления. Структура и надмолекулярная организация кристаллических полимеров. Различия и сходство в структурной организации кристаллических и аморфных полимеров. Термотропные жидкокристаллические (мезоморфные) полимеры.

Аморфные полимеры. Свойства аморфных полимеров. Три физических состояния. Термомеханические кривые аморфных полимеров. Высокоэластическое состояние. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластической деформации. Энтропийная природа высокоэластичности. Связь между равновесной упругой силой и удлинением. Нижний предел молекулярных масс, необходимых для проявления высокоэластичности. Релаксационные явления в полимерах. Механические и диэлектрические потери. Принцип температурно-временной суперпозиции. Стеклообразное состояние. Особенности

полимерных стекол. Вынужденная эластичность и изотермы растяжения. Механизм вынужденно-эластической деформации. Предел вынужденной эластичности. Хрупкость полимеров. Вязко-текучее состояние. Механизм вязкого течения. Кривые течения полимеров. Зависимость температуры вязкого течения от молекулярной массы. Аномалии вязкого течения. Формование изделий из полимеров на режиме вязкого течения. Пластификация полимеров. Правила объемных и молярных долей. Механические модели аморфных полимеров.

Тема 6. Кристаллические и ориентированные полимеры

Кристаллические полимеры. Свойства кристаллических полимеров. Условия кристаллизации. Природа кристаллического состояния. Типы надмолекулярных структур закристаллизованных полимеров. Термомеханические кривые кристаллических и кристаллизующихся аморфных полимеров. Изотермы растяжения и молекулярный механизм “холодного течения” кристаллических полимеров и полимерных стекол при растяжении. Разрушение полимеров. Долговечность полимерных материалов. Механизм разрушения полимеров.

Ориентированные полимеры. Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров. Анизотропия свойств ориентированных полимеров и микроскопическая структура. Описание ориентированных состояний аморфных и кристаллических полимеров. Механические свойства ориентированных полимеров. Коэффициент упрочнения. Способы ориентации. Принципы формирования ориентированных волокон из расплавов и растворов. Особенности формирования жидкокристаллической фазы; получение суперпрочных волокон и пластиков. Композиционные полимеры. Армированные, слоистые, наполненные, структурно-модифицированные полимеры.

Темы лабораторных работ

Лабораторная работа №. 1. Техника безопасности. Правила поведения в лабораториях. (4ч.)

Цель работы: получить и закрепить знания о технике безопасности, порядке и правилах работы в химических лабораториях, правилах обращения с химическими реактивами, посудой и приборами.

Лабораторная работа № 2-3. Полимеризация. (8ч.)

Цель работы: Исследование процесса полимеризации стирола в массе при различных концентрациях инициатора. Исследование кинетики процесса полимеризации.

Оборудование и реактивы: стирол, азобисизобутиронитрил, петролейный эфир или гексан (гептан), азот или аргон, термостат, пробирки с пришлифованными пробками емкостью 20-25 $см^3$ (3шт), бюксы (3 шт), стаканы емкостью 100 $см^3$ (3 шт), пипетки на 10 $см^3$, шприц с длинной иглой, шпатель, часовое стекло.

Лабораторная работа № 4-6. Исследование химических процессов с участием полимеров (12 ч.)

Цель работы: Исследование химических процессов с участием полимеров путем определения молекулярной массы полимера до и после облучения ультрафиолетом.

Оборудование и реактивы: раствор полиметилметакрилата в хлороформе с концентрацией 0,5г/дл, хлороформ, термостат, вискозиметр, секундомер, груша резиновая, пипетка на 10 мл, цилиндр мерный на 10 мл, пробирка из кварцевого стекла.

Лабораторная работа № 7-8. Оценка полидисперсности макромолекул. (8 ч.)

Цель работы: оценка полидисперсности макромолекул полимера вискозиметрическим методом и методом турбидиметрического титрования.

Оборудование и реактивы: раствор полистирола в толуоле с концентрацией 1 г/дл, толуол, этанол, термостат, вискозиметр, секундомер, груша резиновая, пипетка на 10 мл, колба плоскодонная на 50 мл, раствор полиметилметакрилата в ацетоне с концентрацией 0,01%, ацетон, вода, бюретка на 25 мл, плоскодонная колба на 50 мл

Лабораторная работа № 9. Суспензионная полимеризация стирола (4 ч.)

Цель работы: провести суспензионную полимеризацию стирола.
Оборудование и реактивы: стирол, перекись бензоила, поливиниловый спирт, толуол, колба круглодонная двугорлая на 250 мл, обратный холодильник, термометр, электроплитка, колба Бунзена, воронка Бюхнера, часовое стекло или чашка Петри, колба на 100 мл.

Лабораторная работа № 10-12. Полиэлектролиты (12 ч.)

Цель работы: Определение изменения энергии Гиббса при конформационном переходе полиметакриловой кислоты, рассмотрение гидродинамического поведения полиэлектролита в водном и солевых растворах, кооперативных реакции между макромолекулами полиэлектролитов
Оборудование и реактивы: Водные растворы полиакриловой и полиметакриловой кислот (0.05 осн. моль/л), водный раствор NaOH (0.1 М), вискозиметр, секундомер, груша резиновая, стаканчики (50 мл, 3 шт), водный раствор частично нейтрализованной полиакриловой кислоты концентрации 0.1 г/дл и степени нейтрализации 0.5, водные растворы хлорида натрия концентраций: 0.00125 М, 0.0025 М, 0.005М, термостат, цилиндры мерные на 10 мл (2 шт.), промывалка с дистиллированной водой, цифровая пипетка с наконечником, стакан для слива, водные растворы полиакриловой кислоты и полиэтиленимина концентрации 0.01 осн. моль/л; водные растворы полиакрилата натрия и хлористоводородной соли полиэтиленимина концентрации 0.01 осн. моль/л; водный раствор HCl (0.1М); бюретки (2шт).

Лабораторная работа № 13-15. Структура и фазовые превращения полимеров (12 ч.)

Цель работы: Исследование строения твердых полимерных материалов и их фазовых превращений.

Типовые задания для текущего контроля

Общие сведения о полимерах

1. Описать характер влияния величины (молекулярной массы, степени полимеризации) и формы макромолекулы на физико-химические свойства полимерного вещества.
2. Для некоторого количества полимера известного состава оценить число макромолекул по заданной степени полимеризации.
3. Описать тип молекулярно-массового распределения полимера по известным значениям молекулярных масс, определенных различными экспериментальными методами (вискозиметрия, светорассеяние, осмометрия и др.).
4. По заданной форме числовых ММР для двух полимеров оценить соотношение между среднемассовыми молекулярными массами этих полимеров.
5. Рассчитать числовое значение средней молекулярной массы, если заданы числа макромолекул и их молекулярные массы.
6. Оценить число вариантов конфигурационных изомеров для диады некоторой полимерной цепи.
7. Перечислить факторы, влияющие на конфигурационный состав некоторого полимера в процессе его эксплуатации.
8. Оценить величину статистического сегмента для некоторого полимера с известной молекулярной массой и размерами статистического клубка.
9. Отнести некоторый полимер к определенным классам по составу и строению.
10. Составить уравнение химической реакции с участием полимерного вещества и провести по нему некоторые стехиометрические расчеты.

Синтез полимеров

1. Определить тип механизма инициирования в некоторой реакции полимеризации по энергиям активации для реакции полимеризации и стадий роста и обрыва цепи.
2. Провести расчет максимальной среднечисловой молекулярной массы некоторого полимера по заданным величинам констант роста, скорости обрыва и передачи цепи на мономер.
3. Провести расчет длины материальной цепи полимера по заданным величинам скоростей роста и обрыва цепи.

4. Рассчитать величину константы скорости инициирования при заданных концентрациях мономера и инициатора по величине скорости инициирования.
5. Указать необходимые термодинамические условия для существования верхней и нижней предельной температуры полимеризации.
6. Оценить зависимость соотношения вероятностей линейной поликонденсации и циклизации для аминокислот от длины радикала, разделяющего карбоксильную и аминную группы.
7. Вычислить начальные соотношения компонентов реакции поликонденсации по заданной величине точки гелеобразования.
8. Рассчитать максимально возможную степень полимеризации в реакции поликонденсации по заданным начальным количествам мономеров.
9. Рассчитать начальные количества реагентов, необходимые для получения поликонденсационного полимера с заданной степенью полимеризации.
10. Оценить относительную склонность ряда мономеров к чередованию с метилметакрилатом в радикальной сополимеризации.
11. Указать тип сополимера для заданной пары мономеров в указанных условиях.
12. Определить состав сополимера по величинам констант сополимеризации.
13. Указать характер влияния температуры на степень полимеризации циклического мономера в заданных условиях.
14. Оценить состав сополимера, полученного из известных мономеров путем анионной/катионной полимеризации.
15. Определить характер влияния природы растворителя на скорость полимеризации.
16. Рассчитать коэффициент эквивалентности для заданной смеси мономеров.
17. Определить наиболее эффективный инициатор для полимеризации заданного мономера.
18. Определить структуру активного центра в некоторой реакции полимеризации.

Химические свойства и превращения полимеров

1. Оценить вероятность получения мономерного продукта при термической деструкции некоторых полимеров.
2. Определить конфигурационное строение полимерной цепи по химическому составу продуктов его деструкции.
3. Указать наиболее эффективный способ получения блок-сополимера заданного состава.
4. Указать характерные закономерности некоторого процесса химического превращения полимера.
5. По виду кинетической кривой гидролиза стереорегулярного полиэфира определить характер распределения звеньев в продуктах гидролиза.
6. Оценить соотношение между температурами стеклования привитого сополимера и его чистых компонентов.
7. Определить химический состав продуктов деструкции некоторого полимера.
8. Определить наиболее эффективный стабилизатор для процесса термоокислительной деструкции некоторого полимера.
9. По кинетике реакции хлорирования углеводородного полимера оценить характер распределения замещенных положений вдоль цепи.
10. Указать полимеры, образующие при пиролизе внутримолекулярные циклы при сохранении полимерной природы.
11. Указать методы, позволяющие отличить смесь гомополимеров от привитого сополимера.

Физико-химические свойства растворов ВМС

1. Описать зависимость нижней критической температуры растворения полимера от его молекулярной массы.
2. Описать изменение второго вириального коэффициента при изменении температуры в интервале НКТР - ВКТР при заданном соотношении между критическими температурами.

3. Оценить величину относительного понижения упругости пара растворителя над раствором полимера по заданной величине свободной энергии смешения в системе "полимер – растворитель".
4. Оценить характер геометрической формы макромолекул по заданным величинам молекулярной массы, константы Марка-Куна-Хаувинка и характеристической вязкости.
5. Описать зависимость характеристической вязкости раствора полимера с НКТР от температуры.
6. Описать изменение параметров уравнения Марка-Куна-Хаувинка при изменении химической природы растворителя.
7. Указать характер связи между среднеквадратичным расстоянием между концами цепи макромолекул и характеристической вязкостью раствора.
8. Описать изменение характеристической вязкости раствора полимера при добавлении осадителя.
9. Описать зависимость второго вириального коэффициента в смеси двух растворителей от состава этой смеси.
10. Каково соотношение между вискозиметрическими молекулярными массами полимера, определенным в хорошем и в плохом растворителях?

Физико-химические свойства растворов полиэлектролитов
1. Описать изменение приведенной вязкости раствора полиэлектролита при изменении ионной силы раствора.
2. Описать зависимость степени набухания полиэлектролитов от величины pH.
3. Определить направление движения макромолекул белка в заданных условиях.
4. Описать вид кривых потенциометрического титрования некоторого полиэлектролита.
5. Описать изменение pH раствора полиэлектролита при добавлении некоторых низкомолекулярных электролитов.
6. Указать условия, позволяющие измерять молекулярную массу полиэлектролитов осмометрическим способом.
7. Описать влияние pH на удельную вязкость растворов полиэлектролитов.

Аморфные и кристаллические полимеры
1. По величине равновесной степени набухания оценить модуль упругости сшитого полимера.
2. Сравнить величины остаточной деформации некоторых полимеров с различной структурой.
3. Оценить температуру плавления полимера по заданным величинам термодинамических параметров процесса плавления.
4. Указать характер зависимости упругости от температуры для идеальных и неидеальных эластомеров.
5. Описать вид рентгенограммы для растянутого образца некоторого кристаллического полимера.
6. Описать характер зависимости величины деформации полимерного образца при постоянной нагрузке от температуры.
7. Оценить величину температуры стеклования сшитого полимера по степени сшивки и величине механического сегмента.
8. Описать зависимость температуры стеклования от температуры для аморфных полимеров.
9. Провести расчет долговечности образца нагруженного полимера при заданных условиях.
10. Указать относительные величины температуры стеклования для ряда полимеров известного химического состава.
11. Описать влияние скорости охлаждения расплавленного аморфного полимера на плотность полученного стекла.
12. Описать изменение интервала между температурами стеклования и текучести с увеличением молекулярной массы полимера.

13. Описать зависимость температуры плавления кристаллического полимера от температуры, при которой он был закристаллизован из расплава.
14.Что такое стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее состояние аморфных полимеров?
15. Оценить T_C статистического сополимера ММА с винилацетатом (ВА), если для соответствующих полимеров T_C (ПММА) = 100^0С, T_C(ПВА) = 35^0С, при заданном содержании ВА в сополимере.
16. Оценить вязкость расплава линейного ПМ, проявляющего явление аномалии вязкого течения, при увеличении его молекулярной массы.
17. Описать влияние повышения давления на область текучего состояния полимеров.
18. При заданных величинах нагрузки и температуры в циклическом режиме испытаний полимер (ПМ) находится в высокоэластичном состоянии. Какими способами можно существенно увеличить модуль упругости ПМ?
19. Оценить изменение T_C сополимера акрилонитрила и бутадиена при увеличении в сополимере числа нитрильных групп.
20. Разрыв каких связей происходит при разрушении неориентированных полимеров?
21 Изобразите кривые ползучести и кривые релаксации напряжения для линейного и редкосшитого каучука.
22. Описать условия для осуществления процесса кристаллизации полимера.
23. Описать зависимость степени степень кристалличности полимера (ПМ) от способа кристаллизации.
24.Оценить соотношение между T_C, $T_{КР}$, $T_{ПЛ}$ для полимера, способного кристаллизоваться в конденсированном состоянии.
25.Описать изменение экстремальной $T_{ПЛ}$ полимера с увеличением $T_{КР}$.
26.Каковы основные различия механизмов деформации полимерных стекол и полукристаллических полимеров?
27.Указать какие температуры переходов: $T_{ХР}$, T_C, T_T изменяются при пластификации полимеров.
28. Описать влияние пластификатора, хорошо совместимого с полимером, на T_C полимера при увеличении объемной доли пластификатора.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	Общие сведения о полимерах	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по лабораторным работам, решение задач.
2	Синтез полимеров: полимеризация и поликонденсация	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по лабораторным работам, решение задач.
3	Химические свойства и химические превращения полимеров	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по лабораторным работам, решение задач.
4	Физико-химические свойства растворов ВМС	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по лабораторным работам, решение задач.
5	Аморфные полимеры	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по лабораторным работам, решение задач.

6	Кристаллические и ориентированные полимеры	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по лабораторным работам, решение задач.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Система оценивания 100-бальная. При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся, переводятся в формат традиционной оценки.

Студенты, набравшие менее 61 балла за дисциплину, в обязательном порядке сдают экзамен. Студенты, набравшие от 61 до 75.99 баллов, имеют право не посещать экзамен и получить оценку "удовлетворительно". Студенты, набравшие от 76 до 90.99 баллов, имеют право не посещать экзамен и получить оценку "хорошо". Студенты, набравшие более 91 балла, автоматически получают оценку "отлично". Студенты, набравшие от 61 до 90.99 баллов, имеют право повысить свою оценку путем сдачи экзамена.

Экзамен проходит в устной форме. Экзаменационный билет состоит из трех заданий: два теоретических вопроса и задача. Время для подготовки к ответу - 40 минут. В ходе собеседования могут быть заданы дополнительные вопросы.

Вопросы экзаменационных билетов

1. Предмет и задачи науки о ВМС. Роль полимеров в живой природе и их значение как промышленных материалов.
2. Общие сведения о ВМС. Основные понятия и определения (макромолекулы, полимер, олигомер, звено, степень полимеризации). Основные отличия высокомолекулярных соединений от низкомолекулярных. Влияние межмолекулярных сил на свойства ВМС.
3. Роль усредненных характеристик при описании строения и свойств полимеров. Молекулярная масса ВМС. Степень полидисперсности. Молекулярно-массовое распределение.
4. Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения звеньев и основной цепи.
5. Конфигурационная изомерия и конфигурация макромолекулы. Регулярные и нерегулярные полимеры. Стереорегулярные макромолекулы. Примеры.
6. Радикальная полимеризация (РП). Инициирование, типы инициаторов. Реакция роста, обрыва и передачи цепи. Ингибиторы.
7. Кинетика радикальной полимеризации (РП). Степень полимеризации. Особенности РП при высоких степенях превращения: «гель-эффект».
8. Радикальная сополимеризация. Уравнение состава полимеров. «Схема Θ-е».
9. Катионная полимеризация (КП). Катализаторы и сокатализаторы. Рост и ограничение цепей при КП. Кинетика КП.
10. Анионная полимеризация (АП). Катализаторы. Инициирование, рост и ограничение цепей при АП. Кинетика АП.
11. Координационно-ионная полимеризация. Стереорегулирование при радикальной и ионной полимеризации.
12. Способы проведения полимеризации
13. Поликонденсация (ПК). Разновидности ПК. Термодинамические аспекты ПК. : в массе, в растворе, суспензии, эмульсии.
14. Кинетика поликонденсации: линейная ПК, совместная ПК, трехмерная ПК.
15. Побочные реакции при поликонденсации и их подавление. Способы проведения поликонденсации. Примеры важнейших поликонденсационных реакций.
16. Синтез и свойства блок- и привитых сополимеров. Методы синтеза. Прививка макромолекул на поверхность твердых тел.

17. Химические превращения полимеров. Полимераналогичные превращения. Особенности реакционной способности функциональных групп.
18. Деструкция. Физическая и химическая деструкция. Цепная и случайная деструкции. Деградация полимеров в условиях эксплуатации и переработки. Принципы их стабилизации.
19. Образование нелинейных полимеров и сеток. Сшивание полимерных цепей. Вулканизация каучуков. Формирование полимерных изделий из реакционно-способных полимеров.
20. Деформация полимеров.
21. Конформационная изомерия и конформация макромолекулы. Внутреннее вращение и гибкость макромолекулы. Свободно - сочлененная цепь. Среднеквадратичное расстояние между концами цепи. Понятие о статистическом сегменте. Энтропийная упругость гибкой изолированной цепи.
22. Природа растворов полимеров. Термодинамический критерий растворимости. Фазовые диаграммы. Критические температуры растворения. Явление расслаивания. Неограниченное и ограниченное набухание.
23. Термодинамическое поведение макромолекул в растворе. Отклонение от идеальности. Уравнение состояния полимеров в растворе. Второй вириальный коэффициент и Θ-температура (Θ-условия).
24. Гидродинамические свойства макромолекул в растворе. Вязкость разбавленных растворов. Приведенная и характеристическая вязкость. Уравнение Марка-Хаувинка.
25. Методы определения молекулярных масс полимеров: вискозиметрия, осмометрия, светорассеяние.
26. Методы определения молекулярных масс полимеров: Диффузия, седиментация, ультрацентрифугирование.
27. Методы фракционирования: селективное осаждение и растворение, нефело-спектрометрия и турбидиметрическое титрование, гель-фильтрация и гельпроникающая хроматография.
28. Полиэлектролиты. Химические и физико-химические особенности поведения ионизирующихся макромолекул. Аморфные полиэлектролиты. Изоэлектрическая точка.
29. Концентрированные растворы, гели, коллоидные дисперсии полимеров.
30. Пластификаторы и пластификация.
31. Общие вопросы структуры полимерных тел. Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Общие вопросы структуры полимерных тел. Надмолекулярные структуры в полимерах.
32. Аморфные полимеры. Три физических состояния. Термодинамический метод исследования. Термомеханические кривые аморфных полимеров.
33. Высокоэластичное состояние. Макроскопическое описание. Газовая аналогия. Идеальные и реальные эластики. Термодинамика эластиков.
34. Релаксационные явления в полимерах. Кинетика высокоэластических деформаций. Механические потери. Эквивалентность времени и температуры.
35. Вязко-текучее состояние. Механизм вязкого течения и строение расплавов полимеров. Температура текучести и ее зависимость от молекулярной массы. Зависимость вязкости расплава от молекулярной массы. Формирование изделий из полимеров на режиме вязкого течения.
36. Природа стеклообразного состояния. Процессы стеклования и размягчения. Методы стеклования. Механические свойства полимерных стекол: упругость, вынужденная эластичность, хрупкость. Формирование изделий из полимеров на режиме вынужденной эластичности.
37. Кристаллические полимеры. Кристаллическое состояние полимеров. Условия кристаллизации. Природа кристаллического состояния. Термомеханические кривые кристаллических полимеров. Изотермы растяжения и молекулярный механизм «холодного течения» кристаллических полимеров и полимерных стекол при растяжении.

38. Ориентированные полимеры. Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров. Анизотропия свойств ориентированных полимеров и микроскопическая структура. Способы ориентации.
39. Механические свойства ориентированных полимеров. Коэффициент упрочнения. Принципы формирования ориентированных волокон из расплавов и растворов. Механическая прочность и долговечность полимеров. Механизм разрушения полимеров.
40. Электрические свойства полимеров. Диэлектрические потери. Композиционные полимеры. Армированные материалы. Наполненные полимеры.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	**УК-1.** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	Знает: основные принципы системного подхода для решения поставленных задач и их необходимость. Умеет: осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации по ВМС, грамотно применять на практике принципы системного подхода для решения поставленных задач.	Отчеты по лабораторным работам, решение задач, вопросы к экзамену	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
2.	**УК-6.** Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципа образования в течение всей жизни.	Знает: основные принципы самоорганизации и самодисциплины и саморазвития в учебной, профессиональной деятельности. Умеет: самостоятельно разработать индивидуальную образовательную траекторию и последовательно реализовать ее, определяя приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста.	Отчеты по лабораторным работам, решение задач, вопросы к экзамену	
3.	**ОПК-5.** Способен использовать существующие программные	Знает: современное программное обеспечение необходимое для сбора, анализа, обработки и	Отчеты по лабораторным работам, решение задач,	

	продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности.	представлении информации химического профиля. Умеет: использовать существующие программные продукты и информационные базы данных для решения химических задач с учетом основных требований информационной безопасности.	вопросы к экзамену	
4.	**ПК-1.** Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.	Знает: средства и методы необходимые для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации Умеет: использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР.	Отчеты по лабораторным работам, решение задач, вопросы к экзамену	
5.	**ПК-2.** Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает: правила проведения научно-исследовательских работ химического профиля. Умеет: осуществлять на практике информационную, техническую поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы.	Отчеты по лабораторным работам, решение задач, вопросы к экзамену	
6.	**ПК-3.** Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации.	Знает: характеристики приборной базы, методы решения задач, поставленных специалистом химиком более высокой квалификации. Умеет: выбрать метод испытаний и подготовить технические средства для практического использования в научно-	Отчеты по лабораторным работам, решение задач, вопросы к экзамену	

		исследовательской деятельности.		

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Семчиков, Ю. Д. Введение в химию полимеров : учебное пособие / Ю. Д. Семчиков, С. Ф. Жильцов, С. Д. Зайцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1325-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/4036 (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература:

1. Сутягин, В. М. Физико-химические методы исследования полимеров : учебное пособие / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-2712-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/99212 (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Кленин, В. И. Высокомолекулярные соединения: учебник / В. И. Кленин, И. В. Федусенко. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1473-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/5842 (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Интернет-ресурсы:

1. https://znanium.com/
2. https://e.lanbook.com/
3. https://library.utmn.ru/

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. American Chemical Society/ ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: https://www.acs.org/content/acs/en.html
2. Cambridge University Press/ ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: https://www.cambridge.org/core
3. Royal Society of Chemistry/ ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: https://pubs.rsc.org/

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):

Работа в сети Интернет.

Работа с информационным порталом БМК ТюмГУ.

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:

платформа для электронного обучения Microsoft Teams;
офисный пакет MS Office;
офисный пакет LibreOffice,
антивирусное ПО Kaspersky

Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:

FAR Manager.

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Все лекционные занятия обеспечены мультимедийными презентациями. Для чтения лекций необходимо наличие аудиторий, оснащенных мультимедийной техникой (компьютер с программным обеспечением WORD, EXCEL, POWER POINT, проектор и др.) для демонстрации презентаций и пр.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием: учебная мебель; доска аудиторная; термостат ТЖ-ТС-01/12-100; устройство для сушки лабораторной посуды 2000; рефрактометр ИРФ-454 Б2М; насос вакуумный пластинчато-роторный 2НВР-5ДМ1; прибор для определения температуры плавления Stuart SMP10; ультразвуковая ванна Сапфир УЗВ-2,8 ТТЦ; электроплитки лабораторные; шкафы вытяжные лабораторные; ПК рабочая станция СКАТ в сборе: Системный блок в комплекте с монитором. На ПК установлено следующее офисное программное обеспечение: операционная система MS Windows, офисный пакет MS Office, платформа MS Teams, офисный пакет LibreOffice, антивирусное ПО Kaspersky, обеспечено проводное подключение ПК к локальной сети и сети Интернет.

Оснащенность лабораторных помещений и условия работы в них обучающихся должны соответствовать требованиям техники безопасности по работе с химическими реактивами.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной
работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова/
23 июня 2021 г.

НАУЧНО – ПРОЕКТНЫЙ СЕМИНАР

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Сафин Д.А. Научно-проектный семинар. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Научно-проектный семинар [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2021.
© Сафин Д.А., 2021.

1. Пояснительная записка

Цель: формирование у студентов профессиональных компетенций по поиску и верификации информации, связанной с научно-исследовательской деятельностью, а также способам представления результатов научно-исследовательской деятельности с акцентом на написание научной статьи в рецензируемых журналах, как наиболее важном способе представления результатов исследований для мировой общественности.

Задачи: формирование у студентов практических навыков индивидуальной, командной и проектной научно-исследовательской деятельности, практических навыков поиска и верификации научной информации с использованием различных баз данных журналов, умения эффективного использования научной информации, полученной из различных баз данных журналов, умения эффективного использования поисковых систем научной информации; умения грамотного формирования целеполагания научно-исследовательской деятельности, знаний прорывных и фронтирных направлений научно-исследовательской деятельности, актуальных на сегодняшний день, умения формирования научной статьи в соответствии с основными актуальными требованиями к написанию научных статей сквозь призму и как апогей выполнения курсовой работы, научно-исследовательской работы и выпускной квалификационной работы; умения соотнесения результатов научно-исследовательской деятельности для применения в различных отраслях промышленности.

1.1. Место дисциплины *(модуля)* в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины и предназначена для студентов Института химии очной формы обучения и относится к блоку обязательной части дисциплин (Б1.О.25) рабочего учебного плана по направлению 04.03.01 Химия.

В начале обучения студент должен знать базовые понятия общей химии; владеть понятийным аппаратом химической науки; владеть базовыми навыками компьютерной грамотности; уметь выделять цели и задачи исследований с использованием критического мышления

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины *(модуля)*

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	**Знает** задачи основных разделов при подготовке курсовой работы, научно-исследовательской работы и выпускной квалификационной работы, а также основные приемы экспериментальной работы, включая анализ и интерпретацию результатов
	Умеет самостоятельно описывать проведенный эксперимент, давать заключения о работе, в том числе с привлечением теоретических фактов и законов, объясняющих полученные в эксперименте результаты
ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	**Знает** основные правила техники безопасности в химической лаборатории; основные законы, особенности и закономерности протекания химических реакций; основы методов синтеза и анализа веществ, а также их особенности; возможности их применения при выполнении химического эксперимента
	Умеет работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; проводить синтез веществ и

	материалов разной природы с использованием имеющихся методик
ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	**Умеет** применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники
	Знает отличительные черты экспериментального и теоретического подхода к изучению химических объектов; современные программы обработки экспериментальных результатов и расчетов для различного круга химических объектов
ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	**Знает** этапы научно-исследовательской работы химической направленности
	Умеет обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач
ОПК-5. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	**Знает** программные продукты и информационные базы данных для решения поставленных задач
	Умеет осуществлять поиск необходимой информации в наукометрических базах данных для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК-6. Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	**Знает** основные требования библиографической культуры; положения о плагиате, как нарушениях академических норм при использовании в письменной работе чужого текста или каких-либо объектов авторских прав; нормы и правила, принятые в профессиональном сообществе при представлении результатов работы в устном и письменном виде
	Умеет представить информацию и результаты работы химического содержания с учетом требований библиографической культуры в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе
ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	**Знает** технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности
	Умеет под началом специалиста более высокой квалификации самостоятельно проводить эксперимент по изучению различных характеристик, свойств объекта, готовить необходимые реагенты, используя стандартные методики выполнения анализов, а также предлагать изменения в методику экспериментальных исследований с целью усовершенствования и получения более надежных данных

ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	**Знает** основные научно-информационные сервисы и порталы по научному поиску информации
	Умеет готовить единый информационный материал, используя данные, полученные из различных источников; критически анализировать отобранную информацию и представлять ее в виде итогового отчета
ПК-5. Способен организовать работу малочисленного трудового коллектива по решению текущих задач НИР и НИОКР с обеспечением безопасных условий работы	**Знает** правила безопасной работы в химической лаборатории; способы организации работы в малой группе при выполнении коллективного проекта
	Умеет организовать работу малочисленного трудового коллектива по решению текущих задач НИР и НИОКР с обеспечением безопасных условий работы
ПК-6. Способен организовывать материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР	**Знает** правила, порядок работы, основные экспериментальные приемы и процедуры, основные инструментальные методы химического синтеза и анализа, технические средства и методы испытаний для решения поставленных задач НИР и НИОКР
	Умеет собирать лабораторные приборы и конструировать лабораторные установки, проводить химические расчеты для решения исследовательских задач, планировать отдельные стадии исследования в соответствие с планом выполнения НИР и НИОКР

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		**Всего часов** (академические часы)	**Часов в семестре** (академические часы)
			4
Общая трудоемкость	**зач. ед.**	**4**	**4**
	час	**144**	**144**
Из них:			
Часы аудиторной работы (всего):		**34**	**34**
Лекции		0	0
Практические занятия		34	34
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося		**110**	**110**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Зачет

3. Система оценивания

Оценивание достижений обучающихся в течение семестра осуществляется на основе 100-балльной системы, складывающейся из практических занятий (50 баллов) и курсовой работы (50 баллов). Для получения зачета необходимо набрать не менее 75 баллов с учетом баллов, набранных на практических занятиях и за выполнение курсовой работы. В случае если студент набрал менее 75 баллов, то на зачетном занятии студент отвечает устно на 2 (два) теоретических вопроса и выполняет 1(одно) практическое задание.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Исследования по химии как драйвер интенсивного и экстенсивного роста современного общества	6	0	4	0	0
2	Позиционирование научно-исследовательской деятельности студента на глобальной карте химии: новизна, актуальность, практическая значимость	18	0	8	0	0
3	Поиск и проработка научной информации; наукометрические показатели	40	0	18	0	0
4	Структурированное представление научного материала в соответствии с современными требованиями	8	0	4	0	0
5	Выполнение курсовой работы	72	0	0	0	12
6	Консультация и зачет	0	0	0	0	2*
	Итого (часов) за 2 семестр	**144**	**0**	**34**	**0**	**14**

**-учитывает контактную работу на консультации и зачете*

4.2. Содержание дисциплины *(модуля)* по темам

1. **"Исследования по химии как драйвер интенсивного и экстенсивного роста современного общества"**

В рамках заявленной темы рассматриваются роль исследований по химии с исторической ретроспективой и сквозь призму современных вызовов, стоящих перед человечеством, а также влияние химии на экономический рост и благосостояние общества.

2. **"Позиционирование научно-исследовательской деятельности студента на глобальной карте химии: новизна, актуальность, практическая значимость"**

В рамках заявленной темы рассматриваются различные фронтирные и прорывные направления исследований в химической науке, а также смежных отраслях (химия материалов, биохимия, химическая промышленность и т.д.).

3. **"Поиск и проработка научной информации; наукометрические показатели"**

В рамках заявленной темы рассматриваются поисковые базы данных Scopus, Web of Science, eLIBRARY и Google Scholar, а также выработка практических навыков эффективного поиска необходимой информации. Рассматриваются как основные (издательские дома: Nature Publishing Group, The American Association for the Advancement of Science, SpringerNature, American Chemical Society, Royal Society of Chemistry, Elsevier, John Wiley & Sons, Taylor & Francis Group, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, Cell Press, патентные базы данных), так и дополнительные источники научной информации (профильные вебинары, youtube каналы университетов). Отдельный акцент делается на «хищнических» журналах и «мусорных» публикациях. Студенты знакомятся с существующими на сегодняшний день наукометрическими показателями оценки научных журналов и ученых, а также с этическими нормами, предъявляемыми к научно-исследовательской деятельности и публикации полученных результатов.

4. **"Структурированное представление научного материала в соответствии с современными требованиями"**

В рамках заявленной темы студенты знакомятся с современными требованиями представления результатов научно-исследовательской деятельности. Рассматриваются актуальные требования, предъявляемые к выполнению и оформлению курсовой работы, научно-исследовательской работы и выпускной квалификационной работы. Структурированное представление научного материала в соответствии с современными требованиями, предъявляемыми к научным публикациям на основе принципа IMRAD.

5. **"Выполнение курсовой работы"**

Студенты знакомятся с тематиками курсовых работ с последующим распределением в соответствие с выбранной темой. Студентам проводится вводный и первичный инструктаж по правилам техники безопасности в лабораториях Института химии, а также в соответствие со спецификой выбранной темой. Обсуждение с руководителем курсовой работы организационной схемы выполнения курсовой работы, а также цели(ей) и задач(и) курсовой работы. Обсуждение промежуточных результатов курсовой работы, корректировка (при необходимости) методик и плана выполнения курсовой работы. Подготовка студентом доклада в формате презентации и отчета по результатам выполненной курсовой работы.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	Исследования по химии как драйвер интенсивного и экстенсивного роста современного общества	Проработка материалов практических занятий, работа с интернет-источниками, работа с основной и дополнительной литературой, самостоятельное изучение заданного материала.
2	Позиционирование научно-исследовательской деятельности студента на глобальной карте химии: новизна, актуальность, практическая значимость	Проработка материалов практических занятий, работа с интернет-источниками, работа с основной и дополнительной литературой, самостоятельное изучение заданного материала.
3	Поиск и проработка научной информации; наукометрические показатели	Проработка материалов практических занятий, работа с интернет-источниками, работа с основной и дополнительной литературой, самостоятельное изучение заданного материала, подготовка доклада в виде презентации.
4	Структурированное представление научного материала в соответствии с современными требованиями	Проработка материалов практических занятий, работа с интернет-источниками, работа с основной и дополнительной литературой, самостоятельное изучение заданного материала.
5	Выполнение курсовой работы	Выполнение самостоятельных (экспериментальных, теоретических) заданий по курсовой работе. Подготовка к защите курсовой работы в виде презентации

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Вопросы самоконтроля и типовые задачи

Тема: Исследования по химии как драйвер интенсивного и экстенсивного роста современного общества

1. Какие экспериментальные данные свидетельствуют о сложной, составной природе атома?
2. Каковы основные характеристики составных частей атома – атомного ядра и электронов?
3. Какие силы (физические взаимодействия) действуют в атоме?
4. Какие частицы входят в состав атомного ядра? В чем отличие между двумя разновидностями нуклонов?

Тема: Позиционирование научно-исследовательской деятельности студента на глобальной карте химии: новизна, актуальность, практическая значимость

5. Какие экспериментальные данные свидетельствуют о сложной, составной природе атома?
6. Каковы основные характеристики составных частей атома – атомного ядра и электронов?
7. Какие силы (физические взаимодействия) действуют в атоме?
8. Какие частицы входят в состав атомного ядра? В чем отличие между двумя разновидностями нуклонов?

Тема: Поиск и проработка научной информации; наукометрические показатели

9. Какие экспериментальные данные свидетельствуют о сложной, составной природе атома?
10. Каковы основные характеристики составных частей атома – атомного ядра и электронов?
11. Какие силы (физические взаимодействия) действуют в атоме?
12. Какие частицы входят в состав атомного ядра? В чем отличие между двумя разновидностями нуклонов?

Тема: Структурированное представление научного материала в соответствии с современными требованиями

13. Какие экспериментальные данные свидетельствуют о сложной, составной природе атома?
14. Каковы основные характеристики составных частей атома – атомного ядра и электронов?
15. Какие силы (физические взаимодействия) действуют в атоме?
16. Какие частицы входят в состав атомного ядра? В чем отличие между двумя разновидностями нуклонов?

Тема: Структурированное представление научного материала в соответствии с современными требованиями

17. Какие экспериментальные данные свидетельствуют о сложной, составной природе атома?
18. Каковы основные характеристики составных частей атома – атомного ядра и электронов?
19. Какие силы (физические взаимодействия) действуют в атоме?
20. Какие частицы входят в состав атомного ядра? В чем отличие между двумя разновидностями нуклонов?

Тема: Выполнение курсовой работы

21. Какие экспериментальные данные свидетельствуют о сложной, составной природе атома?
22. Каковы основные характеристики составных частей атома – атомного ядра и электронов?
23. Какие силы (физические взаимодействия) действуют в атоме?
24. Какие частицы входят в состав атомного ядра? В чем отличие между двумя разновидностями нуклонов?

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.	**Знает** способы анализа результатов химических экспериментов. **Умеет** интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.	Конспекты лекций Устный опрос в ходе лабораторных занятий, решение задач. Выполнение лабораторных	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий.

			работ, предоставление отчетов по лабораторным работам.	Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
2	ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.	**Знает** способы безопасного проведения химического эксперимента. **Умеет** соблюдать нормы техники безопасности и охраны труда при выполнении химического эксперимента		. Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
3	ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.	**Знает** основные расчетно – теоретические методы, применяемые для изучения свойств веществ и процессов с их участием. **Умеет** использовать современную вычислительную и офисную техники для указанных целей.		Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации

				обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
4	ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.	**Знает** способы планирования работ химической направленности. **Умеет** обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.		Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
5	ОПК-5. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	**Знает** способы использования существующих программных продуктов и информационных баз данных. **Умеет** использовать информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности.		Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
6	ОПК-6. Способен представлять результаты своей работы в устной и	**Знает** способы представления результатов своей		Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на

	письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	работы в устной и письменной форме. **Умеет** представлять результаты своей работы в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.		теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
7	ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	**Знает** способы использования технических средств испытаний для решения исследовательских задач. **Умеет** выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации		. Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
8	ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	**Знает** способы оказания информационной поддержки специалистам. **Умеет** на практике оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-		Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий.

		исследовательские работы.		Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
9	ПК-6. Способен организовывать материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР	**Знает** способы организации материально-технического сопровождения НИР и НИОКР. **Умеет** на практике применять способы организации материально-технического сопровождения НИР и НИОКР.		Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Кузнецов, И.Н. Основы научных исследований: учебное пособие/ И. Н. Кузнецов. - Москва: Дашков и К, 2013. - 284 с.

2. Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований: учебное пособие/ М. Ф. Шкляр. - 5-е изд.. - Москва: Дашков и К, 2013. - 244 с.

3. Кожухар В. М. Основы научных исследований: учеб. пособие/ В. М. Кожухар. - Москва: Дашков и К, 2010. - 216 с.

7.2 Дополнительная литература:

1. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учебное пособие для магистров / Сидняев. Н. И.. - Москва: Юрайт, 2012. - 399 с.

2. Кузнецов, И. Н. Подготовка и оформление рефератов, курсовых и дипломных работ: [Пособие для уч-ся ст. кл. школ, гимназий, колледжей, студ. вузов]/ И.Н. Кузнецов. - Минск: Сэр-Вит, 2000. - 256 с.

3. Кузнецов, И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы: методика подготовки и оформления : учебно-методическое пособие/ И. Н. Кузнецов. - 7-е изд.. - Москва: Дашков и К, 2013. - 340 с.

4. Курсовые и дипломные работы: от выбора темы до защиты: справочное пособие/ авт.-сост. И. Н. Кузнецов. - Минск: Мисанта, 2003. - 416 с.

5. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем: Учебное пособие / Л.Г. Гагарина. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 384 с.

7.3 Интернет-ресурсы:

- Поисковая интернет платформа Scopus (https://www.scopus.com)
- Поисковая интернет платформа Web of Science (https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/web-of-science/)
- Поисковая интернет платформа eLIBRARY (https://www.elibrary.ru/defaultx.asp)
- Поисковая интернет платформа Google Scholar (https://scholar.google.com/)
- База данных журналов Nature Publishing Group (https://www.nature.com/)
- База данных журналов The American Association for the Advancement of Science (https://www.sciencemag.org/)
- База данных журналов SpringerNature (https://www.springernature.com/gp)
- База данных журналов American Chemical Society (https://pubs.acs.org/)
- База данных журналов Royal Society of Chemistry (https://pubs.rsc.org/)
- База данных журналов Elsevier (https://www.elsevier.com/)
- База данных журналов John Wiley & Sons (https://www.wiley.com/en-ru)
- База данных журналов Taylor & Francis Group (https://taylorandfrancis.com/)
- База данных журналов Multidisciplinary Digital Publishing Institute (https://www.mdpi.com/)
- База данных журналов Cell Press (https://www.cell.com/)

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) *(при необходимости):*

1. Информационно-телекоммуникационная сеть «Интернет».
2. Информационный портал ИБЦ ТюмГУ.
3. Справочно-информационная система «Кодекс-Техэксперт» (онлайн-доступ в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»).
4. Федеральная государственная информационная система «АРШИН» (ФГИС «АРШИН»): https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry (публичный портал).
5. Автоматизированная информационная система Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации (АИС «МГС»): http://mgs.gost.ru (открытый портал).

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:

6. Платформа для электронного обучения Microsoft Teams
7. Офисный пакет приложений Microsoft Office (Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint и др.) для решения вычислительных задач, составления отчетов и презентаций

Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:

8. FAR Manager

Лицензионное ПО:

- PDWin 4.0 – специализированный программный комплекс для обработки результатов рентгеновского дифракционного анализа. Включает в себя ряд программ необходимые для расшифровки полученных экспериментальных данных, и позволяют определить качественный состав пробы образца, структуру и кристаллохимические характеристики фаз.
- Data Call – программа для сбора рентгендифракционных данных.
- JCPDS (PDF) – рентгенометрическая картотека, содержит информацию о структуре, кристаллохимических характеристиках веществ.

- SETSOFT 2000 – программный комплекс для обработки данных дифференциально-термического анализа.
- Edstate 2 D, Edstate 3 D – программа для графического построения фазовых диаграмм двух- и трехкомпонентных систем.
- Edstate T - программа для графического построения трансформации фазовых диаграмм двухкомпонентных систем.
- SETSOFT 2000 – программный комплекс для обработки данных дифференциально-термического анализа.
- Программный комплекс для обработки данных синхронного термического анализа «Proteus-6».

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, а также помещения для самостоятельной работы.

Аудитории для практических занятий должны быть обеспечены мультимедийным оборудованием (компьютер, проектор, система воспроизведения звука и др.). для демонстрации презентаций, видеофильмов и пр.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова/
01 июня 2020 г.

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Ларина Н.С. Химический анализ объектов окружающей среды. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: Фундаментальная и прикладная химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуль) опубликована на сайте ТюмГУ: Химический анализ объектов окружающей среды [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Ларина Н.С., 2020.

1. Пояснительная записка

Курс "Химический анализ объектов окружающей среды" рассматривает весь комплекс операций при анализе объектов окружающей среды, выполняемых с целью мониторинга окружающей среды, начиная с отбора проб и пробоподготовки, и заканчивая обработкой результатов определения. В отличие от курса аналитической химии, который позволяет студентам ознакомиться с теоретическими основами различных методов анализа веществ, получать воспроизводимые и правильные результаты при проведении химического анализа, данный курс адаптирует эти методы к реальным объектам. При анализе природных объектов любая методика требует конкретизации, оптимизации условий определения, устранения мешающих влияний и т.д. для получения достоверных результатов.

Целью курса «Химический анализ объектов окружающей среды» является ознакомление студентов с теоретическими и практическими основами научных знаний в области мониторинга объектов окружающей среды, обучить студентов современным методам многопараметрического элементного и вещественного анализа объектов окружающей среды.

Задачами дисциплины является изучение и усвоение студентами следующих вопросов:

-теоретические основы мониторинга объектов окружающей среды, сформировать представление о методах характеристики химического состава природных объектов с позиции оценки экологической ситуации;

-нормирование качества объектов окружающей среды;

- методы отбора проб различных объектов окружающей среды;
- методы пробоподготовки природных и техногенных образцов для анализа;
- современные методы анализа объектов окружающей среды;
- методы метрологического обеспечения качества анализа.

1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули) части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплина (модуль) по выбору.

В логическом и содержательно-методическом плане дисциплина «Химический анализ объектов окружающей среды» базируется на знаниях, полученных при изучении курса «Аналитическая химия», информационно и логически связана с изучением ряда дисциплин по выбору.

Для изучения данной дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные законы, понятия и методы аналитической химии;
- основы неорганической, физической и органической химии;
- методы обработки результатов химического анализа.

Уметь:

-выполнять основные операции в химической лаборатории с соблюдением техники безопасности;

- проводить отбор проб, пробоподготовку и анализ основных компонентов;
- проводить внедрение методики анализа по нормативным документам.

Владеть:

- основными методами анализа (титрования, потенциометрия, кондуктометрия, фотометрия);
- программным обеспечением, позволяющим проводить обработку результатов эксперимента.

Материал, рассматриваемый в данном курсе, является фундаментом при изучении дисциплин образовательной программы, выполнении учебных курсовых и выпускной квалификационной работы в области химической экологии и экологической безопасности, а также при выборе методов решения конкретных задач в элективных курсах.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля*)*

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения (знаниевые/функциональные)
ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает основные понятия аналитической химии и теоретические основы всех распространенных аналитических методов; особенности и возможности практического применения аналитических методов в экологических исследованиях.
	Умеет выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для анализа природных и техногенных объектов при проведении мониторинговых исследований окружающей среды.
ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает основные источники научной информации, базы литературных данных, патентной информации, интернет источники
	Умеет представлять результаты исследований в форме научного отчета, презентации и доклада.
ПК-4. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	Знает - методы отбора проб различных природных и техногенных объектов; методы планирования и выполнения химико-аналитических исследований природных и техногенных объектов; как планировать и выполнять химико-аналитические исследования природных и техногенных объектов, методы представления результатов исследований.
	Умеет осуществлять контроль качества объектов окружающей среды современными методами анализа и контроль качества проводимых измерений; проводить метрологическую и статистическую обработку результатов химического анализа.

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	**Всего часов** (академические часы)	**Часов в семестре** (академические часы)
		7
Общий объем зач. ед.	**4**	**4**
час	**144**	**144**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	**102**	**102**
Лекции	34	34
Практические занятия	0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	68	68
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**42**	**42**
Вид промежуточной аттестации		зачет

3. Система оценивания

3.1. Для организации текущего контроля успеваемости обучающихся в течение семестра используется 100-балльная рейтинговая система оценки успеваемости. Зачет может быть выставлен по результатам текущего контроля. Применяемые в дисциплине формы текущего контроля позволяют оценить выполнение студентом всех видов работ, учебную дисциплину, мотивацию и активность студента в учебной деятельности. Для получения зачета необходимо набрать не менее 70 баллов из 100. Обязательным условием для получения зачета по баллам является выполнение всех лабораторных исследований.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Химический состав ООС. Приоритетные контролируемые параметры природной среды и рекомендуемые методы	10	4	0	6	0
2.	Отбор проб природных объектов, предварительная подготовка, консервация и хранение	10	4	0	6	0
3.	Обработка результатов измерений. Образцы сравнения и приемы унификации процедуры анализа. Интерпретация полученных данных	15	4	0	6	0
4.	Особенности и проблемы элементного анализа ООС	15	4	0	6	0
5.	Атомно-спектральные и масс-спектральные методы	15	4	0	6	0
6.	Электрохимические и хроматографические методы	15	4	0	6	0
7.	Атмосфера и контроль ее загрязнения	15	4	0	6	2

8	Контроль качества природных и сточных вод	15	4	0	6	2
9.	Контроль загрязнения почвы	34	2	0	20	2
	Итого (часов)	**144**	**34**	**0**	**68**	**7***

** – учитывает контактную работу на консультации и зачете.*

4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

Тема 1. Химический состав ООС. Приоритетные контролируемые параметры природной среды и рекомендуемые методы

Химический состав основных объектов окружающей среды (ООС). Вода. Почва. Воздух.

Схема анализа природного объекта, ее этапы. Предварительное обследование. Пробоотбор. Пробоподготовка. Методика анализа. Результат анализа. Оценка качества согласно СанПиН, ГОСТ и др. стандартам и нормативам. Управляющее решение.

Прозрачность атмосферы. Двуокись серы. Озон. Оксиды азота. Аммиак. Взвешенные в атмосферном воздухе частицы. Аэрозоли. Углекислый газ. Тяжелые металлы и другие элементы (свинец, кадмий, мышьяк, ртуть). Полихлордифенилы, пестициды и галлоидоуглероды. Концентрация водородных ионов. Сульфаты. Хлориды. Нитраты. Нитриты. Кальций, калий, натрий, магний и др. металлы. Электропроводность. Кислотность. Электрические и магнитные поля. Радиоактивные загрязнения. Микроорганизмы.

Тема 2. Отбор проб природных объектов, предварительная подготовка, консервация и хранение

Пробоотбор образцов вод, почв, воздуха. Цели, задачи. Представительная проба. Разовая проба. Смешанная проба. Пробоподготовка.

Отбор проб воздуха для определения химического состава атмосферных аэрозолей. Отбор проб атмосферных осадков. Отбор месячных проб атмосферных выпадений тяжелых металлов. Отбор проб снежного покрова. Отбор проб поверхностных и подземных вод. Отбор проб донных отложений. Отбор проб почвы. Отбор проб растительного материала. Отбор проб тканей животных.

Тема 3. Обработка результатов измерений. Образцы сравнения и приемы унификации процедуры анализа. Интерпретация полученных данных

Метрологические характеристики методов анализа. Нормальное распределение результатов. Погрешность анализа. Зависимость погрешности от концентрации. Случайная и систематическая погрешность.

Построение градуировочного графика. Оценка содержаний определяемого компонента. Статистическая обработка результатов анализа: оценка воспроизводимости, сходимости и правильности анализа. Применения метода последовательных разбавлений и метода добавок. Сопоставление с результатами независимых методов анализа.

Образцы сравнения и стандартные образцы состава. Роль межлабораторного эксперимента в обеспечении качества химического анализа. Предел обнаружения и минимальная определяемая концентрация.

Критическое осмысление результатов анализа в свете поставленной задачи. Применение методов математического моделирования для описания пространственной и временной динамики распределения загрязняющих веществ в зоне действия антропогенных источников.

Тема 4. Особенности и проблемы элементного анализа ООС

Общая характеристика элементного состава природных сред: вод различной природы (природных, питьевых, сточных), донных осадков, почв, атмосферных аэрозолей. Уровни концентраций микро – и макроэлементов.

Фазовая неоднородность. Изменяемость состава во времени (сорбция, загрязнение, биотрансформация). Многообразие химических форм элементов.

Тема 5. Атомно-спектральные и масс-спектральные методы

Схема аналитической процедуры. Характеристика современных инструментальных методов анализа.

Активационный анализ. Нейтронно-активационный анализ. Сущность метода. Ядерные реакции. Основное уравнение. Особенности метода.

Масс-спектрометрия. Принципиальная схема масс-спектрометра. Геометрия Маттауха-Герцога и Нира-Джонсона. Уравнение радиуса кривизны траектории. Возможности метода.

Атомно-флуоресцентная спектрометрия. Сущность метода. Источники возбуждения. Зависимость интенсивности флуоресценции от концентрации.

Сущность атомно-абсорбционного анализа. Основные узлы атомно-абсорбционного спектрофотометра и их назначение. Процессы, происходящие в пламенных атомизаторах, типы и механизмы матричных влияний.

Выбор оптимальных условий анализа в электротермическом атомно-абсорбционном анализе. Способы устранения влияний. Факторы, влияющие на пределы обнаружения в пламенном и электротермическом атомно-абсорбционном анализе. Способы подавления и устранения влияний в атомно-абсорбционном анализе. Способы учета неселективного поглощения в ААС. Источники монохроматического излучения в ААС. Введение проб в газообразной форме в ААС-анализе.

Атомные эмиссионные спектры. Потенциалы возбуждения и ионизации. Их связь с периодической системой элементов. Правило отбора. Резонансные линии, «последние» линии. Процессы излучения и поглощения в плазме.

Интенсивность атомных и ионных линий спектра. Связь интенсивности спектральных линий элементов с их концентрацией. Формула Ломакина-Шайбе. Самопоглощение. Сплошной фон.

Схема спектрального анализа. Источники возбуждения спектров в атомно-эмиссионном анализе. Типы и особенности газовых разрядов, применяемых в атомно-эмиссионном анализе в качестве источников возбуждения спектров. Пробоподготовка в атомно-эмиссионном спектральном анализе с дуговым возбуждением спектров: анализ твердых веществ и растворов.

Тема 6. Электрохимические и хроматографические методы

Потенциометрические методы в анализе вод. Принцип метода. Определение pH. Кондуктометрические методы анализа. Принцип метода. Определение минерализации. Методика определения карбонатной щелочности.

Принцип разделения смеси ионов на ионообменной смоле. Функциональные группы катионообменных и анионообменных смол. Параметры, варьируемые при оптимизации процесса жидкостной ионной хроматографии. Блок-схема одноколоночного и двухколоночного ионного хроматографа. Форма пика в жидкостной ионной хроматографии. Идентификация и количественный анализ в жидкостной ионной хроматографии.

Капиллярный электрофорез. Принцип метода. Электроосмотический поток и электрофоретическое перемещение в кварцевом капилляре. Способы детектирования. Концентрирование (стэкинг). Определение анионов и катионов в пробах воды.

Тема 7. Атмосфера и контроль ее загрязнения

Источники загрязнения атмосферного воздуха. Физико-химические процессы в атмосфере. Условия, определяющие уровень загрязнения. Последствия загрязнения атмосферы. Самоочищение атмосферы. Критерии санитарно-гигиенической оценки состояния воздуха. Организация мониторинга загрязнения атмосферного воздуха.

Тема 8. Контроль качества природных и сточных вод

Роль воды в круговороте веществ, в жизни человека. Мировые запасы воды, Распределение воды на Земле. Потребности в воде основных отраслей хозяйства. Загрязнение грунтовых, речных и морских вод. Оценка загрязненности воды. Органические остатки. Вещества, разрушаемые микроорганизмами, и изменение состояния воды. Образование мочевины и аммиака в воде. Устойчивые и трудно разрушаемые вещества. Роль поверхностно-активных веществ. Неорганические остатки. Ионы, поступающие из удобрений и солей, используемых для снеготаяния при уборке снега и льда. Тяжелые металлы. Кислотные выбросы и гибель рыб. Методы очистки воды.

Виды объектов анализа: природные воды, хозяйственно-питьевые воды, технологические растворы, биологические жидкости, сточные воды и др.

Классификация вод по химическому составу и минерализации, по свойствам растворов и др. Основные параметры состава вод: pH, минерализация, сухой остаток, окисляемость, мутность, окислительно-восстановительный потенциал, макро- и микрокомпоненты вод, общие показатели состава, растворенные органические и неорганические вещества, растворенные газы.

Расчетные параметры, аналитически определяемые параметры. Нормируемые параметры.

Основные равновесия в подсистемах водных растворов. Карбонатная подсистема (CO_2, HCO_3^-, CO_3^{2-}).

Тема 9. Контроль загрязнения почвы

Понятие о почве. Роль почвы в круговороте веществ в природе и жизни человека. Современное состояние почвенного покрова Земли. Строение и состав почв. Воздействие человека на почву. Уплотнение почвы. Изменение почвы в зависимости от способов ее обработки. Антропогенные загрязнения. Кислотные загрязнения и их химические последствия для почвы. Влияние тяжелых металлов на развитие растений. Пестициды в почве. Загрязнение почвы при использовании ила очистных сооружений. Влияние водно-солевого режима почвы. Основные принципы организации мониторинг почв.

Химико-экологические проблемы Западносибирского региона.

Темы лабораторных работ (Лабораторный практикум)

При выполнении лабораторных работ студенты распределяются на несколько групп, каждая из которых выбирает объект (водоем, почва, атмосфера, растительность) на территории города и производит отбор проб для анализа.

1. Пробоотбор и пробоподготовка проб объектов окружающей среды. Приготовление растворов и построение градуировочных графиков**.**

2. Внедрение используемых методик. Определение метрологических характеристик методики в условиях повторяемости, воспроизводимости, оценка точности измерений. Оформление отчета

3. Определение основных геохимических показателей сред (pH, электропроводность и др.). Анализ природных сред на содержание основных загрязнителей и макрокомпонентов. Обработка результатов анализа. Контроль качества проведенных измерений. Оформление отчета.

4. Групповая работа: оценка экологического состояния природных объектов на основе полученных результатов определения химического состава объектов окружающей среды. Оформление отчета, презентации, доклада. Защита работы. Дискуссия.

5. Пробоотбор и пробоподготовка проб. Анализы первого дня. Пробоотбор и пробоподготовка почв. Механический состав почв. Гигроскопическая влажность почв.

6. Анализ природных сред на содержание тяжелых металлов методом атомно-абсорбционной спектроскопии и инверсионной вольтамперометрии. Обработка результатов анализа.

7. Анализ природных сред на содержание нефтепродуктов.

8. Определение содержания органического вещества в исследуемом объекте. Обработка результатов анализа.

9. Определение основных геохимических показателей сред (pH, электропроводность и др.).

10. Контроль качества проведенных измерений. Оформление отчета.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	2	3
1.	Химический состав ООС. Приоритетные контролируемые параметры природной среды и рекомендуемые методы	Проработка лекций. Работа с литературой, интернет источниками.
2.	Отбор проб природных объектов, предварительная подготовка, консервация и хранение	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций, ГОСТов по отбору проб различного состава. Отбор проб природных объектов по группам, подготовка проб к анализу.
3.	Обработка результатов измерений. Образцы сравнения и приемы унификации процедуры анализа. Интерпретация полученных данных	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций, знакомство с программным обеспечением по обработке результатов анализа.
4.	Особенности и проблемы элементного анализа ООС	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка презентации и доклада.
5.	Атомно-спектральные и масс-спектральные методы	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка презентации и доклада.
6.	Электрохимические методы	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка презентации и доклада.
7.	Атмосфера и контроль ее загрязнения	Проработка лекций, обработка результатов измерений, подготовка отчета
8	Контроль качества природных и сточных вод	Проработка лекций. Подготовка доклада, презентации
9.	Контроль загрязнения почвы	Проработка лекций. Подготовка доклада, презентации

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Форма промежуточной аттестации - зачет. При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со следующей шкалой перевода:

- от 0 до 69 баллов – «не зачтено».
- от 70 до 100 баллов – «зачтено».

Для студентов, не набравших необходимого количества баллов (70), зачет проводится в устной форме по билетам.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Особенности природных сред как объектов анализа.
2. Пробоотбор, общие требования, способы проведения. Консервация и хранение. Пробоподготовка.
3. Основные метрологические характеристики методов анализа. Нормальное распределение результатов. Погрешность анализа. Образцы сравнения и стандартные образцы состава. Межлабораторный эксперимент. Его роль в обеспечении качества химического анализа.
4. Общая характеристика элементного состава природных сред. Кларки элементов. Способы выражения концентраций.

5. Макрокомпоненты поверхностных вод. Порядок определения в пробе. Классификация вод по макрокомпонентному составу и минерализации.

6. Потенциометрические методы в анализе вод. Принцип метода. Определение pH. Кондуктометрические методы анализа. Принцип метода. Определение минерализации.

7. Методика определения карбонатной щелочности.

8. Принцип разделения смеси ионов на ионнообменной смоле.

9. Функциональные группы катионообменных и анионообменных смол.

10. Параметры, варьируемые при оптимизации процесса жидкостной ионной хроматографии.

11. Блок-схема одноколоночного и двухколоночного ионного хроматографа.

12. Форма пика в жидкостной ионной хроматографии.

13. Идентификация и количественный анализ в жидкостной ионной хроматографии.

14. Инструментальные методы определения микроэлементного состава объектов окружающей среды. Схема аналитической процедуры.

15. Предел обнаружения элемента. Связь погрешности анализа и концентрации элемента.

16. Сущность атомно-абсорбционного анализа.

17. Основные узлы атомно-абсорбционного спектрофотометра и их назначение.

18. Процессы, происходящие в пламенных атомизаторах, типы и механизмы матричных влияний.

19. Выбор оптимальных условий анализа в электротермическом атомно-абсорбционном анализе. Способы устранения влияний.

20. Факторы, влияющие на пределы обнаружения в пламенном и электротермическом атомно-абсорбционном анализе.

21. Способы подавления и устранения влияний в атомно-абсорбционном анализе.

22. Способы учета неселективного поглощения в ААС.

23. Источники монохроматического излучения в ААС.

24. Введение проб в газообразной форме в ААС-анализе.

25. Атомные эмиссионные спектры. Потенциалы возбуждения и ионизации. Их связь с периодической системой элементов. Правило отбора. Резонансные линии, «последние» линии.

26. Процессы излучения и поглощения в плазме.

27. Контур спектральной линии. Типы уширений: естественное уширение, уширение за счет соударений, уширение Допплера. Смешанный контур спектральной линии.

28. Интенсивность атомных и ионных линий спектра.

29. Связь интенсивности спектральных линий элементов с их концентрацией. Формула Ломакина-Шайбе. Самопоглощение. Сплошной фон.

30. Схема спектрального анализа. Источники возбуждения спектров в атомно-эмиссионном анализе.

31. Типы и особенности газовых разрядов, применяемых в атомно-эмиссионном анализе в качестве источников возбуждения спектров.

32. Пробоподготовка в атомно-эмиссионном спектральном анализе с дуговым возбуждением спектров: анализ твердых веществ и растворов.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает основные понятия аналитической химии и теоретические основы всех распространенных аналитических методов; особенности и возможности практического применения аналитических методов в экологических исследованиях.	Устные опросы на лекциях и лабораторных занятиях. Работа с нормативными документами (ГОСТ, РД, ПНД Ф).	Полный развернутый правильный ответ оценивается максимальным количеством баллов. Неполный правильный ответ (ответ, содержащий неточности) оценивается в процентах от максимального количества баллов. Неправильный ответ не оценивается.
			Подготовка презентации и доклада по объектам мониторинга с оценкой его качества.	Умение составить план работы, приготовить растворы, провести анализ образцов объектов окружающей среды. Оформление полученных результатов в виде отчета.
		Умеет выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для анализа природных и техногенных объектов при проведении мониторинговых исследований окружающей среды.	Итоговое собеседование на зачете.	1. Обучающийся, дает полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, раскрывает основные положения темы 2. В ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность

				раскрываемых понятий, теорий, явлений.
2	ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает основные источники научной информации, базы литературных данных, патентной информации, интернет источники	Подготовка презентаций и докладов по методам пробоотбора, пробоподготовки и анализа объектов окружающей среды. Работа с нормативными документами, обобщение информации и представление ее в виде презентации и доклада.	При оценивании выступлений учитывается: подготовка презентации, содержательность доклада, ответы на вопросы по теме презентации, умение задавать вопросы и участвовать в дискуссии по предложенной теме.
		Умеет представлять результаты исследований в форме научного отчета, презентации и доклада.	Итоговое собеседование на зачете.	1. Показывает умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи ответ излагается литературным языком в научных терминах
3	ПК-4. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	Знает методы отбора проб различных природных и техногенных объектов; методы планирования и выполнения химико-аналитических исследований природных и техногенных объектов; как планировать и выполнять химико-аналитические исследования природных и техногенных объектов, методы представления результатов исследований.	Работа с нормативными документами (ГОСТ, РД, ПНД Ф). Отчет по внедрению методики с расчетом метрологических характеристик.	Провести внедрение методики и рассчитать ее метрологические характеристики (повторяемость воспроизводимость, точность). Оформление полученных результатов в виде отчета. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации
		Умеет осуществлять контроль качества		

		объектов окружающей среды современными методами анализа и контроль качества проводимых измерений; проводить метрологическую и статистическую обработку результатов химического анализа.		обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов : учебное пособие / Т. А. Чеснокова, Н. В. Тукумова, А. П. Куприяновская, О. В. Кашина. — Иваново : ИГХТУ, 2014. — 170 с. — ISBN 978-5-9616-0480-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/63662 (дата обращения: 5.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Жукова, Н. В. Химия окружающей среды: лабораторный практикум : учебное пособие / Н. В. Жукова, О. В. Позднякова. — Саранск : МГПИ им. М.Е. Евсевьева, 2015. — 76 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/74457 (дата обращения: 5.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Химические методы изучения состояния окружающей среды : учебное пособие / составители О. Б. Кузнецова [и др.] ; под общей редакцией О. Б. Кузнецовой, З. В. Киреевой. — Вологда : ВоГУ, 2014. — 248 с. — ISBN 978-5-87851-556-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/93132 (дата обращения: 5.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература:

1. Адеева, Л. Н. Химические аспекты охраны окружающей среды: практикум / Л. Н. Адеева, Т. А. Диденко. — Омск : ОмГУ, 2015. — 114 с. — ISBN 978-5-7779-1845-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/75414 (дата обращения: 5.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Волков, В. А. Теоретические основы охраны окружающей среды : учебное пособие / В. А. Волков. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1830-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/61358 (дата обращения: 5.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Экология и охрана окружающей среды. Практикум : учебное пособие / В. В. Денисов, Т. И. Дрововозова, Б. И. Хорунжий [и др.]. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 440 с. — ISBN 978-5-8114-4697-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/124585 (дата обращения: 5.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов : учебное пособие / Т. А. Чеснокова, Н. В. Тукумова, А. П. Куприяновская, О. В. Кашина. — Иваново : ИГХТУ, 2014. — 170 с. — ISBN 978-5-9616-0480-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/63662 (дата обращения: 5.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Экология и охрана окружающей среды. Практикум : учебное пособие / В. В. Денисов, Т. И. Дрововозова, Б. И. Хорунжий [и др.]. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 440 с. — ISBN 978-5-8114-4697-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/124585 (дата обращения: 15.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Интернет-ресурсы:

http://e-library.ru
http://e.lanbook.com
http://ximfak.ru/stroenie-veshhestva.html
http://biology.krc.karelia.ru/misc/hydro/
http://tech-biblio.ru/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=149&Itemid=310
http://nehudlit.ru/books/detail7514.html
http://web-local.rudn.ru/web-local/disc/disc_4328/
http://archive.neicon.ru/xmlui/ Архив научных журналов
http://diss.rsl.ru/ Электронная библиотека диссертаций РГБ

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. ProQuest Agricultural and Environmental Science Collection. ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России».

https://search.proquest.com/agricenvironm/index?_ga=2.92522845.150505985.1512556501-895488264.1510822050

2. American Chemical Society. ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». https://www.acs.org/content/acs/en.html

3. Cambridge University Press. ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». https://www.cambridge.org/core

4. Royal Society of Chemistry. «ФГБУ Государственная публичная научно-техническая библиотека России». https://pubs.rsc.org/

5. Журналы издательства Wiley. ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». https://onlinelibrary.wiley.com

6. Clarivate Analytics – Web of Science Core Collection. Государственная публичная научно-техническая библиотека России».

https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=C2ivzMxspGLnBiQvQWN&preferencesSaved=

7. Межвузовская электронная библиотека (МЭБ). https://icdlib.nspu.ru/

8. Национальная электронная библиотека. https://rusneb.ru/

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:

платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

Использование типовых компьютерных программ (Excel, Word, PowerPoint) для решения вычислительных задач, составления отчетов и презентаций.

Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и лабораторного типа, а также помещения для самостоятельной работы.

Все лекции обеспечены мультимедийными презентациями и видеофильмами. Для чтения лекций необходимо наличие аудиторий, оснащенных мультимедийной техникой (компьютер, проектор и др.).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

Лаборатория должна быть оборудована для проведения лабораторных работ химическими и инструментальными методами (вытяжной шкаф, дистиллятор, лабораторная мебель, аналитические весы, электрические плитки, наборы химической посуды, установки для титрования, иономеры, кондуктометры, фотоэлектроколориметры).

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной
работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова/
01 июня 2020 г.

РЕНТГЕНОФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Русейкина А.В. Рентгенофазовый анализ природных и технических систем. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Рентгенофазовый анализ природных и технических систем [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.

© Русейкина А.В., 2020.

1. Пояснительная записка

Рентгенофазовый анализ - современный высокочувствительный метод исследования конденсированных гомогенных и гетерогенных систем.

Основная цель курса - дать представление о рентгенофазовом методе анализа, позволяющем идентифицировать различные кристаллические фазы и определять их относительные концентрации в смесях на основе анализа дифракционной картины, регистрируемой от исследуемых порошковых образцов, прецизионно определять параметры элементарной ячейки известного вещества с целью обнаружения изоморфных примесей; индицировать рентгенограммы, определять параметры новых соединений.

Конкретными задачами являются формирование у студентов системы знаний по основам рентгенофазового анализа; представлений о типах используемых параметров, последовательности их уточнения и анализа полученных данных; приобретение практических навыков пробоподготовки поликристаллических образцов для порошковой рентгеновской дифракции; ознакомление студентов с методикой работы на дифрактометрах рентгеновских общего назначения ДРОН-7, 6, 3; освоении современного программного обеспечения.

1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули) части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплина (модуль) по выбору.

Студент, приступающий к изучению курса «Рентгенофазовый анализ природных и технических систем», должен:

Знать основные теоретические положения физической химии, строения вещества, правила техники безопасности в химической лаборатории;

Уметь составлять отчеты по практическим работам, определять погрешность, работать в Paint, Excel, с лабораторным оборудованием.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)
ПК-1: Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.	Знает: средства и методы необходимые для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации
	Умеет: использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР
ПК-4 Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции.	Знает: теоретические основы применения рентгенофазового анализа для контроля качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, методики проведения качественного анализа при изучении поликристаллических образцов (минералов, цементов и т.д.)
	Умеет: выполнять качественный анализ образцов природных и технических систем, составлять отчеты о выполненной работе по заданной форме
ПК-6 Способен организовывать материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР.	Знает: технику безопасности, виды дифрактометрического оборудования и порядок работы на нем, методику качественного анализа образцов, получаемых в ходе НИР
	Умеет: осуществлять работы по планированию ресурсного обеспечения проведения НИР и НИОКР, планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР и НИОКР

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	**Всего часов**	**Часов в семестре**
		7
Общий объем зач. ед.	**4**	**4**
час	**144**	**144**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	**102**	**102**
Лекции	34	34
Практические занятия	68	68
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**42**	**42**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		зачет

3. Система оценивания

3.1. Оценивание достижений обучающихся в течение семестра осуществляется на основе 100 бальной системы. Баллы начисляются студентам за следующие активности: работа на лабораторном занятии (включая устные ответы, выполнение отчета по лабораторной работе) в зависимости от темы занятия 4-5 баллов.

Для получения зачета по дисциплине согласно набранным баллов, обучающимся необходимо иметь за семестр не менее 61 балла. Студенты, набравшие от 61 до 100 баллов получают – «зачтено», от 0 до 60 баллов, сдают зачет по дисциплине.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	**Наименование тем и/или разделов**	**Объем дисциплины (модуля), час.**				
		Всего	**Виды аудиторной работы** (академические часы)			**Иные виды контактной работы**
			Лекции	**Практические занятия**	**Лабораторные/ практические занятия по подгруппам**	
1	2	3	4	5	6	7
1	Исторический обзор. Дифрактометрическое оборудование.	18	4	4	0	0
2	Физика рентгеновского излучения	20	4	4	0	0
3	Дифракция рентгеновских лучей при прохождении через кристалл.	22	8	8	0	0

	Рассеивание рентгеновских лучей.					
4	Метод порошка: принципиальные основы и применение.	16	6	8	0	0
5	Задачи порошковой дифрактометрии	34	6	24	0	0
6	Рентгенография минералов	34	6	20	0	0
7	Консультация и зачет	0	0	0	0	12
	Итого (часов)	144	34	68	0	12*

** – учитывает контактную работу на консультации и зачете.*

4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

Тема 1. Исторический обзор. Дифрактометрическое оборудование.

Открытие рентгеновских лучей. Волновая природа рентгеновских лучей. Дифракция рентгеновских лучей. Техника безопасности при работе с источниками рентгеновского излучения. Оборудование для дифрактометрии: принцип работы, режимы съемки, устройство, схема. Фокусировка по Брэггу-Брентано. Рентгеновское гониометрическое устройство: геометрия съемки и устройство. Методы регистрации рентгеновского излучения (фотографический, ионизационный, электрофотографический, люминесцентный). Программа для управления рентгеновскими дифрактометрами «DataCol». Пробоподготовка для РФА. Текстурирование образцов.

Тема 2. Физика рентгеновских лучей.

Рентгеновское излучение, способы его регенерации. Рентгеновский диапазон длин волн. Генерация излучения в рентгеновской трубке. Схема рентгеновской трубки. Сплошной (тормозной) и линейчатый (характеристический) спектры излучения. Тормозное излучение. Характеристическое излучение. Поглощение рентгеновский лучей веществом. Массовый, линейный, атомный коэффициенты ослабления, коэффициенты поглощения. Край поглощения. Дисперсия рентгеновских лучей. Преломление рентгеновских лучей. Полное внешнее отражение рентгеновских лучей. Картотека рентгендифракционных данных.

Тема 3. Дифракция рентгеновских лучей при прохождении через кристалл. Рассеивание рентгеновских лучей.

Дифракция волн. Дифракционная решетка и дифракция света. Кристаллы и дифракция рентгеновских лучей. Геометрия дифракционной картины кристалла. Условия Лауэ. Полихроматический способ получения дифракционной картины (метод Лауэ). Уравнение дифракции Лауэ. Дифракционный эффект как отражение от атомных плоскостей. Уравнение Вульфа-Брэгга. Порядок отражения. Отклонения от закона Вульфа-Брэгга. Обратная решетка. Построение Эвальда. Геометрическая интерпретация дифракции. Сфера Эвальда. Вычисление структурного фактора. Правила погасания. Специализированный программный комплекс PDWin 4.0. Когерентное рассеяние рентгеновских лучей (волновое). Некогерентное рассеяние (Комптановское рассеяние). Выбор излучения. Рассеивание рентгеновских лучей атомом. Поляризационная поправка. Атомная функция рассеяния. Рассеивание рентгеновских лучей кристаллом.

Тема 4. Метод порошка: принципиальные основы и применение.

Метод порошка (Дебая - Шеррера). Области применения метода порошка. Интенсивность рефлексов. Монохроматизация и снижение расходимости рентгеновского излучения. Плоскости решетки и межплоскостные расстояния. Систематическое погасание рефлексов.

Закономерные погасания рефлексов и определение пространственной группы. Влияние температуры на интенсивность брэгговских отражений. Факторы влияющие на интенсивность. Основные факторы, влияющие на положение дифракционных пиков, систематические погрешности в дифракционном эксперименте. Симметричные и ассиметричные дифракционные отражения. Высокотемпературная рентгенография порошков.

Тема 5. Задачи порошковой дифрактометрии.

Задачи порошковой дифрактометрии, основанные на знании ширины дифракционных отражений. Определение положения пиков, анализ уширения дифракционных линий. Влияние размеров кристаллов на вид дифрактограммы. Формула Шерера, её ограничения. Уширение, обусловленное микронапряжениями. Метод Вильямсона-Холла. Измерение размеров частиц. Расчёт ОКР и микронапряжений методом фундаментальных параметров. Определение и уточнение параметров элементарной ячейки. Индицирование рентгенограмм. Метод индицирования с использованием базы данных. Метод индицирования путем сравнения с изоструктурным соединением. Метод гомологии. Прецизионное определение параметров элементарной ячейки. Съемка с эталоном. Экстраполяция к дальним углам. Расчет по Кальфа1 и Кальфа2 отражениям. Определение надежности интерпретации рентгенограмм. Источники фонового излучения. Задачи порошковой дифрактометрии, основанные на знании параметров элементарной ячейки. Изучение изоструктурных рядов. Изломы на зависимостях «параметр э.я. – ионный радиус», возникающие при изменении формального заряда катиона, при распределении катионов по кристаллографическим позициям структуры, в случае образования морфотропного ряда соединений, при изменении межэлектронных взаимодействий, при изменении состава данной кристаллографической позиции, разупорядочение кристаллографической позиции. Изучение твердых растворов. Определение состава твердого раствора. Определение типа твердого раствора. Определение границ гомогенности твердого раствора. Изучение вида упорядочения твердых растворов. Определение коэффициентов теплового расширения. Методы количественного фазового анализа (стандартных (эталонных) смесей, внутреннего стандарта, добавок, разбавлений).

Тема 6. Рентгенография минералов

Практические приемы, используемые при рентгенографии некоторых породообразующих минералов. Общие сведения о группе полевых шпатов и номенклатуре. Диагностика основных групп полевых шпатов (щелочные полевые шпаты, плагиоклазы). Дифракция при высоких давлениях: минералы глубинных геосфер. Рентгеновские камеры высокого давления. Изменение объемных пропорций минералов при возрастании давлений.

Темы практических работ

Предусмотрено выполнение 17 практических работ.

Практическая работа № 1: Техника безопасности при работе с источниками рентгеновского излучения. Дифрактометрическое оборудование. Правила пробоподготовки образцов для порошковой рентгеновской дифракции.

Цель: ознакомится с правилами техники безопасности при работе с источниками рентгеновского излучения при выполнении лабораторного практикума и порядком работы на приборе ДРОН, осуществить пробоподготовку поликристаллических образцов для рентгенофазового анализа.

Оборудование и реактивы: кварцевые кюветы для рентгенофазового анализа - 12 шт, поликристаллические образцы, капельница со спиртом - 5 шт, керамические и агатовые ступки с пестиками - 12 шт, канцелярский нож - 5 шт, предметное стекло - 12 шт, вата - 1 рулон, шпатель для пробоподготовки - 12 шт, спирт, калька - рулон, ножницы - 5 шт, ДРОН.

Практическая работа № 2. Картотека дифракционных данных эталонных веществ.

Цель: ознакомиться с правилами работы в программе для управления рентгеновскими дифрактометрами «DataCol», с программой «Работа с базой данных» программного комплекса PDWin 4.0, с базами структурных и дифракционных данных, основными возможностями поисковых систем.

Оборудование: ДРОН, программы «DataCol», «Работа с базой данных» программного комплекса PDWin 4.0, Excel, Microsoft Word, дифрактограммы образцов.

Практическая работа № 3. Программа предварительная обработка дифрактограмм в PDWin 4.0.

Цель: провести предварительную обработку однофазного образца и двухфазного образцов различных сингонии

Оборудование: ДРОН, программа «Предварительная обработка» программного комплекса PDWin 4.0, Excel, Microsoft Word, дифрактограммы образцов.

Практическая работа № 4. Программа «Качественный анализ дифрактограмм» в PDWin 4.0.

Цель: научиться создавать подбазы эталонных карточек для анализа образцов многокомпонентных систем, проводить качественный анализ образцов.

Оборудование: ДРОН, программы «DataCol», «Работа с базой данных» программного комплекса PDWin 4.0, Excel, Microsoft Word.

Практическая работа № 5. Программы Автоиндицирование и Уточнение параметров дифрактограмм в PDWin 4.0.

Цель: научиться рассчитывать значение параметра элементарной ячейки фазы известной сингонии, проводить уточнение параметров

Оборудование: ДРОН, программы «Автоиндицирование», «Уточнение параметров» программного комплекса PDWin 4.0, Excel, Microsoft Word, дифрактограммы образцов.

Практическая работа № 6. Определение параметра элементарной ячейки кристалла кубической сингонии.

Цель: научиться рассчитывать параметры э.я. кубической сингонии, способ центровки э.я. кубической сингонии.

Оборудование: программа «Предварительная обработка» программного комплекса PDWin 4.0, Excel, Microsoft Word, дифрактограммы образцов.

Практическая работа № 7-8. Масштабирование дифрактограмм образцов бинарной системы с областью ограниченных твердых растворов.

Цель: построить графическую зависимость «состав-параметр элементарной ячейки» по данным рентгенофазового анализа для определения границ растворимости в двухкомпонентной системе, провести масштабирование дифрактограмм 10 составов из области твердого раствора замещения

Оборудование: программы «DataCol», «Работа с базой данных», «Предварительная обработка», «Качественный анализ дифрактограмм», «Автоиндицирование», «Уточнение параметров» программного комплекса PDWin 4.0, Excel, Microsoft Word, дифрактограммы образцов.

Практическая работа № 9-10. Качественный и количественный фазовый анализ многофазных образцов

Цель: проведение качественного и количественного анализа образцов природных и технических систем

Оборудование: программы «DataCol», «Работа с базой данных», «Предварительная обработка», «Качественный анализ дифрактограмм», «Автоиндицирование», «Уточнение параметров», Количественный анализ программного комплекса PDWin 4.0, Excel, Microsoft Word, дифрактограммы образцов.

Практическая работа № 11. Определение числа формульных единиц в элементарной ячейке соединения. Расчет рентгеновской плотности.

Цель: определить число формульных единиц в ячейке для ряда структур, расчет рентгеновской плотности кристаллов.

Практическая работа № 12. Определение размеров кристаллитов и микронапряжений

Цель: определить размеры кристаллитов (областей когерентного рассеяния) и микронапряжений.

Оборудование: программный комплекс PDWin 4.0, дифрактограммы образцов.

Практическая работа № 13-17. Определение состава полевых шпатов, слоистых силикатов, кальцита, доломита, кернов. Построение проекций кристаллических структур соединений.
Цель: построить перспективные проекции кристаллических структур соединений
Оборудование: cif файлы соединений, программный комплекс PDWin 4.0, дифрактограммы образцов.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	Исторический обзор. Дифрактометрическое оборудование.	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы.
2	Физика рентгеновского излучения	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по практическим работам.
3	Дифракция рентгеновских лучей при прохождении через кристалл. Рассеивание рентгеновских лучей.	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по практическим работам.
4	Метод порошка: принципиальные основы и применение.	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по практическим работам.
5	Задачи порошковой дифрактометрии	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по практическим работам.
6	Рентгенография минералов	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по практическим работам.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Система оценивания 100-бальная. При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со следующей шкалой перевода:

- - от 0 до 60 баллов – «не зачтено».
- - от 61 до 100 баллов – «зачтено».
- Обучающиеся, не набравшие 61 балла, сдают зачет по дисциплине.

Зачёт проходит в виде собеседования по не менее трём вопросам из различных разделов курса. На подготовку ответов (письменной или устной форме) отводится не менее 45 минут. По вопросам проводится собеседование, в ходе которого могут быть заданы дополнительные вопросы.

Типовые задания для текущего контроля

Практическая работа № 1: Техника безопасности при работе с источниками рентгеновского излучения. Дифрактометрическое оборудование.

1. Правила пробоподготовки образцов для порошковой рентгеновской дифракции.
2. Порядок работы на приборах ДРОН
3. Устранение текстуры.
4. Техника безопасности при работе с источниками рентгеновского излучения.
5. Устройство дифрактометров

Практическая работа № 2. Картотека дифракционных данных эталонных веществ.

1. Правила работы в программе для управления рентгеновскими дифрактометрами «DataCol».
2. Правила работы с программой «Работа с базой данных» программного комплекса PDWin 4.0
3. Что можно назвать «паспортом» кристаллической фазы. Какие величины сравнивают при сопоставлении эталонного образца с исследуемым?
4. Почему в картотеке стандартов можно встретить несколько эталонных карточек для соединения одного химического состава? Поясните на примере сульфида меди (I).
5. По каким параметрам поиска может быть осуществлен подбор эталонной карточки?
6. Какие характеристики вещества представлены в эталонной карточке?
7. Критерии качества эталонных карточек.
8. Рентгеновское гониометрическое устройство
9. Методы регистрации рентгеновского излучения.

Задачи:

1. Найти все кристаллографические данные о полиморфных модификациях соединения, представить всю информацию о соединении в таблице с указанием списка литературных источников.

Для поиска информации использовать базу данных «Работа с базой данных» программного комплекса PDWin 4.0, Crystallography open database (COD), Springer materials

Соединение	сингония	СТ	Пр.гр.	Параметры э.я						z	V, Å^3	$d_{расч}$, г/см^3	*цвет*	Источник
				a, Å	b, Å	c, Å	α	β	γ					

2.Используя картотеку и программу «Работа с базой данных», установите какому соединению принадлежат данные параметры э.я. Представьте в таблице всю кристаллографическую информацию об этом соединении.

3.Используя картотеку и программу «Работа с базой данных», отберите все карточки минерала. Чем они отличаются друг от друга?

4. Используя картотеку и программу «Работа с базой данных», отберите все карточки с известной пространственной группой и сингонией.

5. Установите тип центровки элементарных ячеек.

6. Какой набор индексов отражений *hkl* характерен для кубических решеток.

7.К какому типу кубической решетки можно отнести соединения, карточки которых представлены.

8. Используя картотеку, приведите примеры карточек соединений ГЦК и ОЦК решеткой. Какие рефлексы запрещены.

Практическая работа № 3. Программа предварительная обработка дифрактограмм в PDWin 4.0.

1. Этап выбора интервала обработки в программе «Предварительная обработка» программного комплекса PDWin 4.0
2. Этап отделения фона и нахождения начальных координат максимумов пиков.

3. Параметры обработки фона: число точек для сглаживания, ПШПВ, степень полинома фона, кусочная аппроксимация фона, порог чувствительности, ширина основания пика.
4. Этап уточнения параметров профиля.
5. Функции Гаусса и Лоренца.Фактор формы.

1. Провести предварительную обработку однофазного образца известной сингонии (файлы с расширением .dsc и .d01 взять у преподавателя)

Данные после обработки представить в таблице.

2Tmax	Imax	d	2Tcg	Iint	w	k	a	R

2. Провести предварительную обработку гетерогенного (двухфазного) образца (файлы с расширением .dsc и .d01 взять у преподавателя)

Практическая работа № 4. Программа Качественный анализ дифрактограмм в PDWin 4.0.

1. Создание подбазы эталонных карточек для анализа образцов тройной системы (работа в программном обеспечении «Создание и удаление подбаз» программного комплекса PDWin 4.0).

2. Качественный анализ образца тройной системы: провести предварительную обработку образца тройной системы (файлы с раширением .dsc и .d01 взять у преподавателя), провести качественный анализ образца (файл с расширением .smp)

Результаты качественного анализа представить в виде таблицы соответствия значений межплоскостных расстояний образца с межплоскостными расстояниями эталонных карточек и штрих – диаграммы.

Практическая работа № 5. Программы Автоиндицирование и Уточнение параметров дифрактограмм в PDWin 4.0.

1. Используя программу «Автоиндицирование» программного комплекса PDWin 4.0 рассчитать усредненное значение параметра элементарной ячейки фазы известной сингонии.
2. Графическое и аналитическое индицирование рентгенограмм веществ низших сингонии. Представление дифрактограммы, индексов Миллера, межплоскостных расстояний, параметров э.я.

   Практическая работа № 6. Определение параметра элементарной ячейки кристалла кубической сингонии.

   1. Основные типы кубической сингонии. Последовательность суммы квадратов индексов Миллера. Разрешенные и запрещенные рефлексы.
   2. Какой тип кубической решетки имеет соединение (карточка выдается преподавателем)
   3. Рассчитайте значение параметра решетки соединения, если при обработке рентгенограммы, снятой на CuK_α – излучении, получены данные по межплоскостным расстояниям.
   4. Самому сильному рефлексу на рентгенограмме тантала (кубическая сингония), полученной на MoK_α-излучении (λ=0.709 Å), отвечает брегговский угол Θ равный 8,752°. Чему равен этот угол, если съемку провести на CuK_α – излучении (1,5418 Å).
   5. Первым пяти рефлексам на рентгенограмме тантала (ОЦК), полученной на MoK_α-излучении (λ=0,709 Å), отвечают брегговские углы Θ, равные – 8,7515°; 12,407°; 15,224°; 17,638°; 19,929°. Вычислить параметр решетки тантала.
   6. Рассчитайте относительное отклонение.

Практическая работа № 7-8. Масштабирование дифрактограмм образцов бинарной системы с областью ограниченных твердых растворов.

1. Привести дифрактограммы 10 образцов из области твердого раствора бинарной системы к одному масштабу, работая в программах «DataCol», Excel, Paint и программой «Работа с базой данных». Подписать индексы Миллера.

2. Определить параметры э.я. (в области твердого раствора) в программах Автоиндицирование и Уточнение параметров дифрактограмм в PDWin 4.0.
3. Построить зависимость параметров э.я. от состава по данным рентгенофазового анализа. Определить граничный состав области твердого раствора.
4. Типы твердых растворов (замещение, внедрения, вычитания).
5. Изломы на зависимостях «параметр э.я. – ионный радиус», возникающие при изменении формального заряда катиона, при распределении катионов по кристаллографическим позициям структуры, в случае образования морфотропного ряда соединений, при изменении межэлектронных взаимодействий, при изменении состава данной кристаллографической позиции, разупорядочение кристаллографической позиции.

Практическая работа № 9-10. Качественный и количественный фазовый анализ многофазных образцов

1. Провести качественный анализ минерала. Для основного минерала породы определить сингонию и рассчитать параметры э.я.
2. Провести качественный анализ образцов бинарной системы из области двухфазности (фазы кубической сингонии). Файлы с раширением .dsc и .d01 взять у преподавателя). Рассчитать параметры э.я.
3. Провести качественный анализ образцов квазибинарного разреза тройной системы из области двухфазности (фазы ромбической сингонии). Файлы с раширением .dsc и .d01 взять у преподавателя). Рассчитать параметры э.я.
4. Провести качественный анализ образцов тройной системы из области вторичных систем. Файлы с раширением .dsc и .d01 взять у преподавателя). Сравнить полученный фазовый состав с положением данного образца на фазовой диаграмме тройной системы. Рассчитать параметры э.я.
5. Определить количественный фазовый состав образцов природных и технических систем. Файлы с раширением .dsc и .d01 взять у преподавателя.
6. Методы количественного анализа.

Практическая работа № 11. Определение числа формульных единиц в элементарной ячейке соединения. Расчет рентгеновской плотности.

1. Определить число формульных единиц в ячейке для ряда структур (описание расположения атомов в э.я. взять у преподавателя)

2. Параметр кубической ячейки сфалерита ZnS равен 5,41 Å. Найти плотность кристаллов, считая структурный тип известным.

3. Кристаллы хлорида ртути имеют плотность 5,44 г/см^3. Установить, является этот хлорид каломелью или сулемой, если параметры тетрагональной ячейки каломели: a = 4.47 Å, c = 10.89 Å, Z = 2; параметры ортогональной сулемы: a = 5.96 Å, b = 12.74 Å, c = 4.32 Å, z = 4.

4. Параметры гексагональной ячейки кристаллов MnBi: a = 4.26 Å, c = 6.12 Å (структурный тип NiAs). Определите плотность.

Практическая работа № 12. Определение размеров кристаллитов и микронапряжений

1. Правила определения размеров кристаллитов (областей когерентного рассеяния) и микронапряжений.

Практическая работа № 13-17. Определение состава полевых шпатов, слоистых силикатов, кальцита, доломита, кернов. Построение проекций кристаллических структур соединений.

1. Провести качественный фазовый анализ предлагаемых преподавателем образцов. Файлы с раширением .dsc и .d01 взять у преподавателя).
2. Построение проекций кристаллических структур соединений (cif файл у преподавателя).
3. Определение координационного числа, типа координационного полиэдра, длин связей, валентных углов.
4. Установление закономерностей изменения структурных типов у соединений изоформульного состава. Изоморфизм.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Дифрактометрическое оборудование: схема, принцип работы, режимы съемки. Фокусировка по Брэггу-Брентано.
2. Техника безопасности при работе с источниками рентгеновского излучения.
3. Правила пробоподготовки образцов для порошковой рентгеновской дифракции. Текстурирование образцов.
4. Задачи, решаемые методом порошковой рентгеновской дифракции. Объекты исследования.
5. Элементы кристаллографии. Трансляция. Элементарная ячейка. Правила выбора элементарной ячейки. Сингония. Виды центровки э.я. Решетки Бравэ. Индексы Миллера. Связь параметра элементарной ячейки и межплоскостных расстояний.
6. Получение и природа рентгеновских лучей. Рентгеновский диапазон длин волн. Схема устройства рентгеновской трубки.
7. Тормозная, характеристическая области излучения. Появление характеристических линий в спектре рентгеновской трубки.
8. Дифракция рентгеновских лучей как отражение от кристаллографических плоскостей. Формула Вульфа-Брегга.
9. Первичная обработка дифрактограмм в программе PDWin.
10. Автоиндицирование рентгенограмм, уточнение параметров э.я. в программе PDWin.
11. Метод индицирования с использованием базы данных ICDD (в программе PDWin).
12. Программный комплекс PDWin сбор данных.
13. Способы получения и расчета порошковых рентгенограмм: фотометод, рентгеновская съемка в камере Гинье. Расчет гиньеграмм.
14. Способы получения и расчета порошковых рентгенограмм: ионизационный метод.
15. Задачи, решаемые с помощью порошковой дифрактометрии: определение состояния твердого тела – аморфное, поликристаллическое, текстура, монокристаллическое вещество.
16. Задачи, решаемые с помощью порошковой дифрактометрии: качественный рентгенофазовый анализ в программе PDWin.
17. Задачи, решаемые с помощью порошковой дифрактометрии: количественный рентгенофазовый анализ.
18. Задачи, решаемые с помощью порошковой дифрактометрии: определение и уточнение параметров элементарной ячейки.
19. Изучение твердых растворов (замещение, внедрения, вычитания). Определение состава твердого раствора. Отклонение от аддитивности. Внутренние твердые растворы (автоизоморфные вещества).
20. Частично-упорядоченные твердые растворы.
21. Метод индицирования путем сравнения с изоструктурным соединением. Метод гомологии.
22. Симметричные и ассиметричные дифракционные отражения. Причины ассиметрии. Измерение интенсивности (интегральной, максимальной), ширины дифракционного отражения.
23. Описание фона в профильном анализе, аппроксимирующие функции, учет асимметрии профиля и немонохроматичности излучения.
24. Определение положения пиков, анализ уширения дифракционных линий. Формула Шерера, её ограничения.
25. Макро- и микронапряжения. Определение величины микронапряжений (напряжения II рода). Уширение, обусловленное микронапряжениями. Метод Вильямсона-Холла. Расчёт ОКР и микронапряжений методом фундаментальных параметров.
26. Определение размера кристаллитов.
27. Прецизионное определение параметров э.я. Съемка с эталоном: съемка с внутренним стандартом, съемка с внешним стандартом. Стандартные вещества. Экстраполяция к дальним углам. Расчет по $K_{\alpha 1}$ и $K_{\alpha 2}$ отражениям.

28. Изучение изоструктурных рядов. Изломы на зависимостях «параметр э.я. – ионный радиус», возникающие при изменении формального заряда катиона, при распределении катионов по кристаллографическим позициям структуры, в случае образования морфотропного ряда соединений, при изменении межэлектронных взаимодействий, при изменении состава данной кристаллографической позиции, разупорядочение кристаллографической позиции.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.	Знает: средства и методы необходимые для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации Умеет: использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	Отчеты по лабораторным работам, защита лабораторных работ. Зачет.	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
2.	ПК-4. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции.	Знает: теоретические основы применения рентгенофазового анализа для контроля качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, методики проведения качественного анализа при изучении поликристаллических образцов (минералов, цементов и т.д.)	Отчеты по лабораторным работам, защита лабораторных работ. Зачет.	

		Умеет: выполнять качественный анализ образцов природных и технических систем, составлять отчеты о выполненной работе по заданной форме		
3.	ПК-6. Способен организовывать материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР.	Знает: технику безопасности, виды дифрактометрического оборудования и порядок работы на нем, методику качественного анализа образцов, получаемых в ходе НИР Умеет: осуществлять работы по планированию ресурсного обеспечения проведения НИР и НИОКР, планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР и НИОКР	Отчеты по лабораторным работам, защита лабораторных работ. Зачет.	

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Современные методы структурного анализа веществ: учебник / Куприянов М.Ф., Рудская А.Г., Кофанова Н.Б. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2009. - 288 с. ISBN 978-5-9275-0653-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/555508 (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

7.2 Дополнительная литература:

1. Монина, Л. Н. Рентгенография. Качественный рентгенофазовый анализ : учебное пособие / Л. Н. Монина. — Тюмень : ТюмГУ, 2016. — 120 с. — ISBN 978-5-400-01316-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/110120 (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Интернет-ресурсы:

1. https://znanium.com/
2. https://e.lanbook.com/
3. https://library.utmn.ru/

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. American Chemical Society/ ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: https://www.acs.org/content/acs/en.html
2. Cambridge University Press/ ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: https://www.cambridge.org/core

3. Royal Society of Chemistry/ ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: https://pubs.rsc.org/

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):

Работа в сети Интернет.

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:

Платформа для электронного обучения Microsoft Teams,

Офисный пакет MS Office.

Свободно распространяемые ПО, в том числе отечественного производства:

GSAS, Powder Cell, FAR Manager.

Использование типовых компьютерных программ (Excel, Microsoft Word, PowerPoint) для решения вычислительных задач, составления отчетов. Программное обеспечение: Data Collection (используется для управления рентгеновскими дифрактометрами), PDWin 4.0 (для обработки рентгендифракционных данных).

Лицензионное ПО: платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Все лекции обеспечены мультимедийными презентациями. Для чтения лекций необходимо наличие аудиторий, оснащенных мультимедийной техникой (компьютер с программным обеспечением Excel, Microsoft Word, PowerPoint, GSAS, Powder Cell, проектор для демонстрации презентаций.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, приточно-вытяжная вентиляция, лабораторная посуда и реактивы, проектор.

На ПК установлено следующее программное обеспечение: офисное ПО: операционная система MS Windows, офисный пакет MS Office, платформа MS Teams, офисный пакет LibreOffice, антивирусное ПО Kaspersky; GSAS, Powder Cell, обеспечено проводное подключение ПК к локальной сети и сети Интернет.

Оснащенность лабораторных помещений и условия работы в них обучающихся должны соответствовать требованиям техники безопасности по работе с химическими реактивами.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной работе Института химии
_____Т.М. Бурханова
01 июня 2020 г.

ФУНКЦИОНАЛЬНЙ АНАЛИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Лебедева Н.Н. Функциональный анализ органических соединений. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, Профиль: Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Функциональный анализ органических соединений [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Лебедева Н.Н., 2020.

1. Пояснительная записка

Цель дисциплины: приобретение студентами практического опыта в установления состава и строения, идентификации и прогнозировании свойств органических соединений.

Задачи дисциплины:

• систематическое изучение теоретических основ элементного, функционального и структурного анализа органических соединений;

• изучение экспериментальных методов идентификации органических соединений;

• приобретение навыков практического выполнения анализа с использованием современных приборов.

1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули) части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплина (модуль) по выбору. В информационном и логическом планах данная дисциплина последовательно развивает общий курс «Органическая химия». Дисциплина «Функциональный анализ органических соединений» служит информационной и методологической основой для дисциплин «Химические основы биологических процессов», «Механизмы органических реакций, «Экологическая геохимия».

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)
ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	**Знает:** основные источники информации для получения знаний в области органической, аналитической химии, физико-химических методов анализа.
	Умеет: осуществлять поиск информации, проводить литературный обзор по теме исследования.
ПК-3. Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	**Знает:** особенности используемых методов анализа: чистота реагентов, условия проведения, чувствительность, воспроизводимость, точность; возможность их применения к конкретным исследуемым объектам.
	Умеет: выбирать наиболее подходящие методики идентификации органических соединений из имеющегося арсенала; использовать различные методы обработки результатов анализа.
ПК-6. Способен организовывать материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР	**Знает:** теоретические основы инструментальных методов анализа, методы определения содержания веществ с учетом их специфики
	Умеет: применять методы и средства анализа; ставить цели и выбирать пути для их достижения.

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	**Всего часов** (академические часы)	**Часов в семестре** (академические часы)
		7
Общий объем зач. ед.	**4**	**4**
час	**144**	**144**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	**102**	**102**
Лекции	34	34
Практические занятия	20	20
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	48	48
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**42**	**42**
Вид промежуточной аттестации зачет		зачет

3. Система оценивания

3.1. Контроль качества подготовки осуществляется путем:

− систематических опросов и тестирования;

− проверки решений домашних заданий;

− проверки промежуточных творческих работ по разделам дисциплины;

− зачета

Система оценивания 100-бальная.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	**Наименование тем и/или разделов**	**Объем дисциплины (модуля), час.**				
		Всего	**Виды аудиторной работы** (академические часы)			**Иные виды контактной работы**
			Лекции	**Практические занятия**	**Лабораторные/ практические занятия по подгруппам**	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Методы качественного и количественного анализа	28	4	5	8	0
2.	Углеводороды: алканы, алкены, диены, арены	32	4	5	8	0
3.	Галогенпроизводные углеводородов: спирты, простые эфиры, фенолы,	42	12	5	14	0

	карбонильные соединения, карбоновые кислоты					
4.	Гетерофункциональные и гетероциклические соединения: азо- и диазосоединения, аминокислоты, белки, углеводы пяти- и шестичленные гетероциклы	42	14	5	18	0
5	Консультации и зачет	0	0	0	0	5
	Итого (часов)	**144**	**34**	**20**	**48**	**5***

** – учитывает контактную работу на консультации и зачете.*

4.2. Содержание дисциплины по темам

Тема 1. Методы качественного и количественного анализа.

Методы определения функциональных групп. Химические основы методов количественного и качественного функционального анализа. ИК, УФ-, ПМР-спектроскопия, масс-спектрометрия, спектрополяриметрия.

Тема 2. Углеводороды: алканы, алкены, диены, арены.

Качественные реакции алкенов с бромной водой, перманганатом калия. Количественное определение алкенов: бромирование, присоединение моногалогенидов иода, каталитическое гидрирование, эпоксидирование. Сопряженные двойные связи: диеновый синтез. Качественные реакции алкинов с бромной водой и перманганатом калия, образование ацетиленидов. Количественный анализ: бромирование, гидрирование, гидратация. Аргентометрическое и меркуриметрическое определение концевой тройной связи. Подтверждение наличия тройной связи методами ИК-спектроскопии. Определение наличия кратных связей методом УФ- спектроскопии поглощения и люминесценции.

Тема 3. Галогенпроизводные углеводородов: спирты, простые эфиры, фенолы, карбонильные соединения, карбоновые кислоты.

Качественный анализ галогенпроизводных углеводородов: проба Бельштейна, сплавление с натрием. Количественный анализ галогенсодержащих функций: определение винилхлоридов и соединений, содержащих активный атом галогена. Подтверждение наличия атомов галогенов методами ИК-спектроскопии. Качественные реакции спиртов: реакция с раствором хлористого цинка, окисление хромовой смесью. Количественное определение спиртов методами этерификации, реакцией с диазометаном, реактивом Гриньяра и алюмогидридом лития. Окисление многоатомных спиртов иодной кислотой. Анализ спиртов по ИК-спектрам поглощения. Алкокси-, эпокси-функции. Определение алкоксифункции расщеплением иодистоводородной кислотой. Определение эпоксидной функции гидрохлорированием. Качественные реакции фенолов: реакция с хлоридом железа, бромной водой, азотистой кислотой, диазосоединениями, щелочью. Количественное определение фенолов: неводное титрование, галогенирование и азосочетание. Качественные реакции енолов: реакции с хлоридом железа и бромом. Качественный анализ соединений по ИК- и УФ-спектрам поглощения. Качественные реакции с 2,4-динитрофенилгидразином, солянокислым гидроксиламином, гидросульфитом натрия, реактивами Толенса и Фелинга, фуксинсернистой кислотой, иодоформная проба. Количественное определение карбонильных соединений:

оксимирование; реакция с замещенными гидразинами; присоединение бисульфита натрия; образование оснований Шиффа; восстановление боргидридом натрия. Методы, основанные на окислении: окисление ионами серебра, меркуриметрическое окисление, галоформная реакция. Анализ по ИК-спектрам поглощения. Качественные реакции на лакмус, с гидрокарбонатом натрия и солями тяжелых металлов. Количественное определение карбоновых кислот: титрование, декарбоксилирование, этерификация. Анализ по ИК-спектрам поглощения. Прямое титрование солей. Сложные эфиры: омыление, реакция с магнийорганическими соединениями, получение гидроксамовых кислот. Амиды карбоновых кислот: прямое титрование, реакция с алюмогидридом лития, омыление щелочами, дегидратация до нитрила, нитрозирование до карбоновой кислоты, реакция с гипобромидом, газометрический метод. Ангидриды карбоновых кислот: неводное титрование, морфолиновый метод, анилиновый метод, реакция со щавелевой кислотой. Хлорангидриды карбоновых кислот: определение галогенид-иона, неводное титрование. Нитрилы: окисление пероксидами, акваметрия.

Тема 4. Гетерофункциональные и гетероциклические соединения: азо- и диазосоединения, аминокислоты, белки, углеводы пяти- и шестичленные гетероциклы

Количественное определение: периодатное окисление, окислением солями церия и гидроксидом меди, восстановление боргидридом натрия, биологические методы. Количественное определение сахаров в водных растворах методами поляриметрии. Качественные реакции: сплавление с гидроксидом натрия. Количественное определение прямым титрованием. Соли сульфокислот. Количественное определение: сожжение, сплавление со щелочами, осаждение неорганическими катионами, осаждение в форме бензидиновых солей, титрование четвертичными солями. Качественный анализ соединений по ИК-и УФ-спектрам поглощения. Качественные реакции аминов: реакция с азотистой кислотой, хингидроном, гексацианоферратом калия, иодистым метилом, изонитрильная реакция. Получение производных. Количественный анализ: прямое титрование, ацетилирование, нитрозирование, образование оснований Шиффа, осаждение. Количественный анализ иминов. Методы, основанные на гидролизе, неводное титрование. Качественный анализ соединений по ИК-спектрам поглощения. Количественное определение аминокислот: нингидринный и хелатометрический метод, титрование формалей. Качественный анализ соединений по ИК-спектрам поглощения. Качественные реакции: восстановление до аминов, реакция с азотистой кислотой, азосочетание восстановленных ароматических нитросоединений. Идентификация. Количественное определение: восстановление солями титана(Ш), хрома(П), олова(П), некоторыми металлами. Качественный анализ соединений по ИК-и УФ-спектрам поглощения, спектроколориметрия окрашенных продуктов реакции. Качественное определение: реакции азосочетания. Количественное определение: газометрический метод, восстановление солями титана (Ш), азосочетание. Качественный анализ соединений по ИК-и УФ-спектрам поглощения, спектроколориметрия окрашенных продуктов реакции. Качественный анализ с помощью сульфонированного красителя. Количественное определение: водная и неводная титриметрия, выделение третичного амина, титрование неорганического аниона. Качественный анализ соединений по ИК-и УФ-спектрам поглощения, спектроколориметрия окрашенных продуктов реакции.

План практических занятий:

1. Качественный органический анализ. Методы определения функциональных групп. Химические основы методов количественного и качественного функционального анализа.

2. Физико-химические методы определения функциональных групп: ИК, УФ-, ПМР-спектроскопия, масс-спектрометрия, спектрополяриметрия.

3. Галогенпроизводные углеводородов. Качественный анализ галогенпроизводных углеводородов: проба Бельштейна, сплавление с натрием. Количественный анализ галогенсодержащих функций: определение винилхлоридов и соединений, содержащих активный атом галогена. Подтверждение наличия атомов галогенов методами ИК-спектроскопии.

4. Карбонильные соединения. Качественные реакции с 2,4-динитрофенилгидразином, солянокислым гидроксиламином, гидросульфитом натрия, реактивами Толенса и Фелинга, фуксинсернистой кислотой, иодоформная проба. Количественное определение карбонильных соединений: оксимирование; реакция с замещенными гидразинами; присоединение бисульфита натрия; образование оснований Шиффа; восстановление боргидридом натрия. Методы, основанные на окислении: окисление ионами серебра, меркуриметрическое окисление, галоформная реакция. Анализ по ИК-спектрам поглощения.

5. Амины, имины. Качественные реакции аминов: реакция с азотистой кислотой, хингидроном, гексацианоферратом калия, иодистым метилом, изонитрильная реакция. Получение производных. Количественный анализ: прямое титрование, ацетилирование, нитрозирование, образование оснований Шиффа, осаждение. Количественный анализ иминов. Методы, основанные на гидролизе, неводное титрование. Качественный анализ соединений по ИК-спектрам поглощения.

План лабораторных работ:

1. Методы качественного и количественного анализа органических соединений.

Методы качественного и количественного элементного состава органических соединений: обнаружение углерода, водорода, азота, галогенов. Студенты проводят C, H, N-анализ образцов органических соединений. По полученным данным выполняют расчет формул.

2. Углеводороды.

Предельные углеводороды: получение метана и его химические свойства. Качественные реакции с жидкими предельными углеводородами. Этиленовые углеводороды: получение и свойства этилена, окисление этилена в кислой среде, свойства бензина и керосина.

Ацетиленовые углеводороды: получение ацетилена и его химические свойства, взаимодействие с бромной водой, окисление, получение ацетиленидов меди и серебра.

Бензол и его гомологи: получение бензола из бензоата натрия, отношение ароматических углеводородов к окислителям, бромирование и сульфирование бензола, толуола, нитрование бензола.

3. Галогенпроизводные углеводородов, спирты, простые эфиры, фенолы.

Галогенпроизводные алифатических углеводородов: получение хлорэтана, щелочной гидролиз алкилгалогенидов, свойства хлороформа.

Спирты: растворимость спиртов воде, отношение к индикаторам, горение, образование и свойства этилата натрия, реакции окисления этилового спирта, получение глицерата и гликолята меди; сложные эфиры минеральных кислот: получение и свойства этилсерной кислоты.

Простые эфиры: получение диэтилового эфира.

Фенолы: образование и разложение фенолятов, взаимодействие фенола с бромной водой, окисление фенола, цветные реакции фенола, окисление многоатомных фенолов, химические свойства нафтолов: реакция с хлоридом железа, отношение к окислителям, образование нафтолятов.

4. Карбонильные соединения.

Алифатические альдегиды и кетоны: цветные реакции на карбонильные соединения, получение формальдегида и уксусного альдегида, реакции окисления альдегидов, реакции замещения карбонильного кислорода, получение фенилгидразона, альдольно-кротоновая конденсация уксусного альдегида, получение ацетона пиролизом ацетата кальция, получение оксима и гидросульфитного производного ацетона. Ароматические карбонильные соединения: получение бензальанилина, реакция диспропорционирования бензальдегида.

5. **Карбоновые кислоты. Аминокислоты.**

Предельные одноосновные карбоновые кислоты: растворимость в различных растворителях, сравнение силы карбоновых и минеральных кислот, получение муравьиной кислоты, реакции окисления муравьиной кислоты, получение уксусной кислоты и высших жирных кислот, их свойства, соли. Сложные эфиры: получение реакцией этерификации, гидролиз этилацетата. Ангидриды, галогенангидриды: гидролиз, ацилирование этилового спирта уксусным ангидридом. Ароматические кислоты: взаимодействие бензойной и коричной кислот с бромной водой и перманганатом калия, образование фталевого ангидрида.

Аминокислоты: отношение к индикаторам, образование медной соли, взаимодействие с азотистой кислотой, цветные реакции с нингидрином.

6. Углеводы.

Моносахариды: качественная реакция на моносахариды с нафтолом, реакции моносахаридов по карбонильной группе, по гидроксильным группам, цветные реакции. Дисахариды: реакции на гидроксильные группы, по карбонильной группе, сравнение свойств восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов, гидролиз сахарозы, реакции сахарозы с сульфатами кобальта и никеля. Высшие полисахариды: отношение к реактиву Фелинга, взаимодействие крахмала и гликогена с иодом, гидролиз крахмала, растворение целлюлозы в медно-аммиачном растворе, получение растительного пергамента, кислотный гидролиз клетчатки, определение удельного вращения глюкозы и сахарозы.

7. **Амины. Диазо- и азосоединения.**

Алифатические амины: сравнение основных свойств первичных, вторичных и третичных аминов, образование солей, взаимодействие первичных аминов с азотистой кислотой. Ароматические амины: растворимость анилина и его солей в воде, взаимодействие аналина с бромной водой, ацилирование и окисление анилина.

Реакции диазотирования анилина, разложение соли диазония (с выделение азота), реакции азосочетания, получение диметиламиноазобензола, красителя нафтолового оранжевого, крашение шерсти и шелка кислотными азокрасителями, крашение хлопчатобумажных тканей (ледяное крашение).

8. Определение иодного числа растительных масел.

Идентификация алкенной функции. Определение иодного числа растительных масел.

Работа заключается в определении степени ненасыщенности образцов растительных масел титриметрическим методом.

Навеску образца масла растворяют в хлороформе, приливают раствор Кауфмана. Осторожно перемешивают содержимое вращением и ставят для настаивания на 1 - 1,5 часа. По истечении времени в колбу приливают раствор иодида калия, выделившийся иод оттитровывают раствором тиосульфата натрия до получения соломенно-желтой окраски. Далее прибавляют раствор крахмала и продолжают титрование до полного исчезновения синей окраски. Опыты проводят для 4-х образцов.

По окончании работы рассчитывают степень ненасыщенности, содержание непредельных высших карбоновых кислот.

9. Хроматографическое разделение 2,4-динитрофенилгидразонов в тонком незакрепленном слое оксида алюминия. "

Студенты проводят идентификацию ДНФГ бензальдегида, циклогексанона, ацетофенона, диизопропилкетона, используя метод тонкослойной хроматографии в незакрепленном слое оксида алюминия. Предварительно определяют активность оксида алюминия по Брокману с использованием стандартных красителей: азобензола, п-метокиазобензола, п-аминоазобензола, суданов желтого и красного. Затем проводят анализ смеси ДНФГ карбонильных соединений. Для этого готовят пластинку с оксидом алюминия, на которую наносят образцы стандартных ДНФГ и смесь. Пластинку помещают в кювету со смесью растворителей: циклогексан + хлороформ + нитробензол. После того, как смесь растворителей поднимется до верха пластинки, отмечают положение пятен и рассчитывают Rf для стандартных ДНФГ и компонентов смеси.

10. Разделение пигментов зеленых листьев на колонке с несколькими адсорбентами.

Для выполнения работы студенты готовят анализируемый раствор пигментов зеленых листьев. Сушат 4-5 свежих листьев 1 час при 40^0С, мелко измельчают и встряхивают со 100 мл смеси петролейного эфира, бензола и этанола. Фильтруют, сушат фильтрат и упаривают его до объема 5 мл. Готовят колонку: на нижнюю часть надевают сетку и заполняют последовательно мокрым способом оксидом алюминия, карбонатом кальция, сахарозой. Затем вводят экстракт пигментов и промывают смесью бензола с петролейным эфиром. После разделения пигментов на каротины, ксантофиллы, хлорофиллы а и б, просасывают воздух для сушки, выталкивают адсорбенты и разрезают. Из каждой порции адсорбента элюируют пигменты.

11. Определение содержания жирных кислот в растительных маслах хроматографическим методом.

В работе проводится определение содержания жирных кислот в 4-х видах растительных масел. Методика работы заключается в превращении триглицеридов жирных кислот в этиловые эфиры с последующим газохроматографическим анализом. Студенты осуществляют пробоподготовку – получение этиловых эфиров карбоновых кислот (индивидуальных и образцов исследуемых масел), проводят подготовку хроматографа для анализа, определяют времена удерживания индивидуальных компонентов растительных масел, проводят анализ образцов и по полученным данным с использованием метода внутренней нормализации рассчитывают состав этиловых эфиров карбоновых кислот, определяют содержание жирных кислот в растительных маслах.

12. Определение и свойства некоторых лекарственных препаратов.

В ходе выполнения работы студенты знакомятся с имеющимися нормами и методами проведения контроля лекарственных форм, содержащих витамины: аскорбиновую кислоту, рибофлавин, тиамина бромид, пиридоксина гидрохлорид, никотиновую кислоту. Оценивают подлинность препаратов качественными реакциями на функциональные группы. Проводят количественное определение содержания аскорбиновой и никотиновой кислот в лекарственных формах методами титриметрического и колориметрического анализов.

13. Определение алкалоидов. Получение и свойства кофеина.

Выполнение работы предполагает получение и идентификацию алкалоидов, являющихся фармакологически активными веществами. Студенты проводят получение кофеина из чайных листьев, включающее экстракцию этиловым спиртом в аппарате Сокслета, удаление дубильных веществ оксидом магния и упаривания до сухого остатка. Сухой остаток кипятят с водой, экстрагируют хлороформом, хлороформную вытяжку выпаривают, сырой кофеин перекристаллизовывают из воды. После сушки проводят общие реакции кофеина на алкалоиды.

Выполняют специфические реакции на другие алкалоиды: барбариса, хинин, кодеин.

14. Выделение веществ из природных объектов. Качественный анализ аминокислот.

Студенты выполняют выделение L –цистина из волос. Волосы помещают в колбу с обратным холодильником и кипятят с конц. соляной кислотой на песчаной бане при 130^{0}С 2 часа. Раствор обесцвечивают активированным углем. Полученный кислый раствор нейтрализуют гидроксидом натрия и ацетатом натрия до pH=4,5. L-цистин выкристаллизовывается из маточного раствора. Его отделяют и проводят качественные реакции на аминокислоты с нингидрином, хлоридом железа, солями меди и свинца.

15. Идентификация неизвестного органического вещества. Часть 1.

Студент получает препарат неизвестного органического вещества, которое он должен очистить и идентифицировать. Прежде всего проводит пробу на индивидуальность с помощью тонкослойной хроматографии на оксиде алюминия, силикагеле или пластинках «силуфол». Определяет основные физические константы: Тпл, или Ткип и nD. Предварительно исследует вещество: определяет растворимость (вода, растворы гидроксида натрия, соляной кислоты, конц. серная кислота, этиловый спирт, толуол, петролейный эфир, уксусная кислота) и прокаливает. Записывает характер плавления или горения. Выполняет качественный анализ сплавлением с металлическим натрием. Проводит пробы на азот, серу, галогены.

16. Идентификация неизвестного органического вещества. Часть 2.

Студент продолжает работу: проводит открытие функциональных групп: проводит реакции на кратную связь, ароматические соединения, открытие гидроксильных групп, фенолов и енолов, альдегидов и кетонов, карбоновых кислот и их производных, аминов и аминокислот.

Снимает спектры поглощения исследуемого образца в ИК-, УФ-области и проводит их анализ на основании характеристических частот в ИК-области и характеристики простых хромофорных групп в УФ-области.

17. Идентификация неизвестного органического вещества. Часть 3.

Для окончательного определения неизвестного вещества студент переводит его в наиболее характерное производное. Для идентификации синтезируют такие производные, которые легко получаются, хорошо очищаются и имеют Тпл в пределах 50-250^{0}С. Таблицы производных для идентификации предоставляются преподавателем. Полученные производные очищают перекристаллизацией, сушат и идентифицируют по Тпл.

По окончании эксперимента проводится защита работы.

Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости

Контрольная работа №1

1. Углеводород состава C_5H_{12} при хлорировании образует только одно монохлорпроизводное. Какое строение имеет исходный углеводород?

которое в условиях жесткого окисления превращается в ацетон и пропионовую кислоту. Какое строение может иметь исходное бромпроизводное? Каким встречным синтезом можно установить строение исходного соединения?

3. Имеется 2 изомерных соединения состава C_5H_{10} (I и II). При действии брома на свету соединение I превращается в вещество C_5H_9Br, а соединение II в $C_5H_{10}Br_2$. Соединение I окисляется трудно, в жестких условиях в небольших количествах получается кислота состава $C_5H_8O_4$. Соединение II окисляется легко и превращается при этом в смесь уксусной и пропионовой кислот. Установите строение соединений I II.

4. Установите строение соединения C_5H_8, которое с аммиачным раствором оксида меди дает осадок красного цвета, а при окислении перманганатом калия в кислой среде превращается в изомасляную кислоту.

5. Какова структурная формула углеводородаC_6H_{10}, который при озонолизе образует смесь диацетила и формальдегида?

6. Напишите структурную формулу углеводорода состава C_9H_{12}, при окислении которого хромовой смесью ($K_2Cr_2O_7+H_2SO_4$) образуется фталевая кислота.

Контрольная работа №2

1. Какое соединение состава C_4H_9Br при гидролизе дает первичный спирт, а при дигидробромировании и последующем гидробромировании третичное бромпроизводное того же состава.

2. Соединение $C_6H_{14}O_2$ с металлическим натрием выделяет 2 моля водорода. При нагревании в присутствииAl_2O_3 превращается в соединение C_6H_{10}, которое легко полимеризуется. Полимер при озонолизе дает 2,5-гександион. Установите строение исходного соединения. Приведите схемы реакций.

3. Какое строение имеет соединение состава $C_4H_{10}O$ по следующим данным: 1) в ИК-спектре имеются полосы поглощения 3350, 2960, 2920, 2870, 1460, 1385, 1365, 1040 $см^{-1}$; 2) при пропускании паров вещества над медным катализатором при 300 ^0C образуется соединение C_4H_8O, в ИК-спектре которого отсутствует поглощение в области 3600-3200$см^{-1}$, последнее с CH_3MgI по реакции Гриньяра дает 3-метил-2-бутанол.

4. Не обладающее основными свойствами соединение состава $C4H_4N_2$ при каталитическом гидрировании превращается в вещество $C_4H_{12}N_2$, легко образующее соли с минеральными кислотами. Если на продукт гидрирования подействовать нитритом натрия в кислой среде, то можно получить 1,4-бутандиол. Установите строение соединений $C_4H_4N_2$ и $C_4H_{12}N_2$.

5. Вещество $C_5H_8O_2$ образует диоксим, дает положительную иодоформенную реакцию, положительную бисульфитную реакцию и может быть восстановлено в н-пентан. Каково его строение?

6. Имеются два вещества состава $C_4H_8O_2$. Одно из них легко реагирует с карбонатом натрия, выделяя CO_2. Второе не реагирует с карбонатом натрия, но при нагревании с водным раствором едкого натра образует этиловый спирт. Какое строение могут иметь эти соединения?

Контрольная работа №3

1. Вещество состава C_7H_9N при диазотировании, последующем нагревании в присутствии CuCN и гидролизе дает карбоновую кислоту, при мононитровании которой образуется только один изомер. Установите строение исследуемого соединения.

2.Напишите строение вещества $C_5H_{11}O_2N$, если известно, что оно растворяется в щелочах и кислотах, с этиловым спиртом в присутствии серной кислоты образует соединение $C_7H_{15}O_2N$. Исследуемое вещество при нагревании выделяет аммиак и переходит в соединение, при окислении которого образуется ацетон и аммиак.

3. Удельное вращение α-D-маннозы $+29,3^0$, а β-D-маннозы $-17,0^0$. В водном растворе оба изомера постепенно изменяют удельное вращение до величины $+14,2^0$. Объясните этот факт. Рассчитайте содержание α- и β- аномеров в растворе с удельным вращением $+ 14,2^0$.

4. У какого соединения фурана, пиррола и тиофена более сильно выражены свойства сопряженного диена. Напишите для него реации присоединения брома, хлора и реакцию Дильса-Альдера с малеиновым ангидридом.

5. По какому атому азота будет протонироваться молекула серотонина – 5-окси-3(2-аминоэтил) индола.

Темы рефератов

1. Определение органических пероксидов и эпоксидов.

2. Определение ацеталей, кеталей и виниловых эфиров.3. Определение амино-и иминогрупп.

4. Определение изоцианатов и изотиоцианатов.

5. Определение тиолов, дисульфидов, сульфидов.

6. Определение сульфоксидов, сульфоновых кислот, их солей, сульфамидов и

сульфиновых кислот.

7. Определение хинонов и функции гетероциклического азота.

8. Определение азидо-, азо-, азокси- и гидразо-функций.

9. Определение амидной, лактамной и имидной функции.

10. Определение нитро-, нитрозо- и N-окисных функций.

11. Определение алкилиденовой, бензилиденовой, кетенной и концевой метиленовой

группы.

12. Определение ксантогеновых кислот, сложных эфиров тиокислот и дитиокарбаматов.

13. Определение гидразинной, гидразидной и семикарбазидной функций.

14. Определение уреидной и уретановой функций.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Виды СРС
1.	Методы качественного и количественного анализа.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций.
2.	Углеводороды: алканы, алкены, диены, арены	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций.
3.	Галогенпроизводные углеводородов: спирты, простые эфиры, фенолы, карбонильные соединения, карбоновые кислоты	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций.
4.	Гетерофункциональные и гетероциклические соединения: азо- и диазосоединения, аминокислоты, белки, углеводы пяти- и шестичленные гетероциклы	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций.
5.	Идентификация неизвестного органического вещества	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Система оценивания 100-бальная. При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со следующей шкалой перевода:

- от 0 до 60 баллов – «не зачтено».
- от 61 до 100 баллов – «зачтено».

Обучающиеся, не набравшие 61 балла, сдают зачет по дисциплине в устной или письменной форме.

Вопросы к зачету

1. Методы качественного определения функциональных групп.

2. Основные методы качественного и количественного анализа алкенов.

3. Основные методы качественного и количественного анализа алкинов.

4. Основные методы качественного и количественного анализа сопряженных диенов.

5. Основные методы качественного и количественного анализа аренов.

6. Основные методы качественного и количественного анализа галогенпроизводных.

7. Основные методы качественного и количественного анализа одноатомных и многоатомных спиртов.

8. Основные методы качественного и количественного анализа фенолов.9. Основные методы качественного и количественного анализа карбонильных соединений.

10. Основные методы качественного и количественного анализа простых эфиров и эпоксисоединений.

11. Основные методы качественного и количественного анализа карбоновых кислот и их производных.

12. Основные методы качественного и количественного анализа сульфокислот.

13. Основные методы качественного и количественного анализа амины и иминов.

14. Основные методы качественного и количественного анализа аминокислот.

15. Основные методы качественного и количественного анализа солей аммония и диазония.

16. Основные методы качественного и количественного анализа нитросоединений.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	ПК-3. Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает: особенности используемых методов анализа: чистота реагентов, условия проведения, чувствительность, воспроизводимость, точность; возможность их применения к конкретным исследуемым объектам. Умеет: выбирать наиболее подходящие методики идентификации органических соединений из имеющегося арсенала; использовать различные методы обработки результатов анализа.	Устный опрос, подготовка рефератов, решение задач, вопросы к зачету	Компетенция сформирована при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
2.	ПК-6. Способен организовывать материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР	Знает: теоретические основы инструментальных методов анализа, методы определения содержания веществ с учетом их специфики Умеет:	Устный опрос, подготовка рефератов, решение задач, выполнение творческого задания,	

		применять методы и средства анализа; ставить цели и выбирать пути для их достижения.	вопросы к зачету	
3.	ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает: основные источники информации для получения знаний в области органической, аналитической химии, физико-химических методов анализа. Умеет**:** осуществлять поиск информации, проводить литературный обзор по теме исследования.	Устный опрос, подготовка рефератов, решение задач, вопросы к зачету	

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1**.** Грандберг, И. И. Органическая химия: учебник / И. И. Грандберг, Н. Л. Нам. — 9-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-3901-0. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/121460 (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Скобун, А. С. Органическая химия. Качественный анализ биоорганических соединений. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие / А. С. Скобун, Ж. В. Белодедова. — Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2014. — 58 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/67459.html (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

7.2 Дополнительная литература:

1. Зонов, Я. В. Органическая химия. Сборник задач и упражнений: учебное пособие для вузов / Я. В. Зонов, Е. В. Пантелеева, В. А. Резников. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 312 с. — ISBN 978-5-8114-6420-3. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/147232 (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Блохин, Ю. И. Органическая химия в пищевых биотехнологиях: учебник / Ю. И. Блохин, Т. А. Яркова, О. А. Соколова; под ред. Ю. И. Блохина. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 252 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-013843-5. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1092632 (дата обращения: 27.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. Анализ органических лекарственных средств по функциональным группам: учебное пособие / составители З. Е. Мащенко, Р. В. Шафигулин. — Самара: РЕАВИЗ, 2009. — 61 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/10129.html (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

7.3 Интернет-ресурсы:

http://elibrary.ru Научная электронная библиотека

http://biblioclub.ru/ ЭБС «Университетская библиотека онлайн»

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. МЕЖВУЗОВСКАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА (МЭБ): https://icdlib.nspu.ru/

2. НАЦИОНАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА: https://rusneb.ru/
3. Электронная библиотека Grebennikon: https://grebennikon.ru/

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине*:*

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:

платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

офисный пакет MS Office

Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:

FAR Manager.

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и лабораторного типа, а также помещения для самостоятельной работы.

Для проведения лекционных и практических занятий необходимо мультимедийное оборудование. Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа должна быть оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель; доска аудиторная; термостат ТЖ-ТС-01/12-100; устройство для сушки лабораторной посуды 2000; рефрактометр ИРФ-454 Б2М; насос вакуумный пластинчато-роторный 2НВР-5ДМ1; прибор для определения температуры плавление Stuart SMP10; ультразвуковая ванна Сапфир УЗВ-2,8 ТТЦ; электроплитки лабораторные; шкафы вытяжные лабораторные; ПК рабочая станция СКАТ в сборе: Системный блок в комплекте с монитором. На ПК установлено офисное ПО: операционная система MS Windows, офисный пакет MS Office, платформа MS Teams, офисный пакет LibreOffice, антивирусное ПО Kaspersky. Обеспечено проводное подключение ПК к локальной сети и сети Интернет.

Оснащенность лабораторных помещений и условия работы в них обучающихся должны соответствовать требованиям техники безопасности по работе с химическими реактивами.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной
работе Института химии
_____ Т.М. Бурханова
01 июля 2020 г.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Андреев Олег Валерьевич, Середина Юлия Викторовна. Композиционные и наноструктурированные материалы. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Композиционные и наноструктурированные материалы [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Андреев О.В., Середина Ю.В., 2020.

1. Пояснительная записка

Применение композиционных и наноструктурированных материалов является одним из основных современных направлений развития материаловедения. Композиционные материалы уже на сегодняшний день являются основой развития самолетостроения, космических и летательных аппаратов, и активно применяются в строительстве, транспортной, энергетической и других отраслях. Наноструктурированные материалы позволяют формировать изделия с новыми функциями или микроразмерами.

Цель дисциплины «Композиционные и наноструктурированные материалы» – сформировать комплекс знаний и умений в отрасли современных материалов, изучить способы получения композиционных и наноструктурированных материалов, их свойства и отрасли применения.

Задачами дисциплины «Композиционные и наноструктурированные материалы» являются:

1. Передать основные теоретические знания по дисциплине;
2. Сформировать представления об применении композиционных и наноструктурированных материалов в промышленности, технике и науке;
3. Усвоить основные закономерности формирования состава структуры, дефектности размерных эффектов-свойств композиционных и наноструктурированных материалов;
4. Сформировать профессиональные компетенции, предусмотренные программой дисциплины.

1.1 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины, предназначена для студентов Института химии очной формы обучения и относится к блоку части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.14) рабочего учебного плана по направлению 04.03.01 Химия.

Дисциплина осваивается в 7 семестре. Содержание курса базируется на знаниях, приобретенных при изучении дисциплин блока обязательной части «Общая химия», «Неорганическая химия», «Физика», «Физическая химия», «Химическая технология», а также на практических умениях и навыках, полученных при выполнении научно-исследовательских работ на учебной и производственной практиках.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)
ПК-3. Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает принципы работы основного используемого технологического, контрольно-измерительного и аналитического оборудования в области исследования композиционных и наноструктурированных материалов.
	Умеет выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач и проводить отдельные эксперименты по разработке наноструктурированных и композиционных материалов.
ПК-6. Способен организовывать материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР	Знает принцип действия оборудования, используемого для синтеза композиционных и наноструктурированных материалов.
	Умеет организовать работы по контролю точности оборудования, по подготовке и проведению идентификации сырья, основных и вспомогательных материалов и выпускаемой продукции.

ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает современные методы исследования объектов, теоретические вопросы по тематике исследования, программное обеспечение, используемое при исследовании композиционных и наноструктурированных материалов.
	Умеет осуществлять поиск научной литературы по тематике или объектам исследований, отбор статей, относящихся к тематике исследования.

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	**Всего часов** (академические часы)	**Часов в семестре** (академические часы)
		7 семестр
Общий объем зач. ед.	**4**	**4**
час	**144**	**144**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	**102**	**102**
Лекции	34	34
Практические занятия	20	20
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	48	48
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**42**	**42**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		зачет

3. Система оценивания

При оценке результатов освоения дисциплины студентами используется балльно-рейтинговая система. Баллы начисляются студентам следующим образом:

1. Работа на лекционном занятии – 0-1 балл;
2. Работа на практическом занятии – 0-2 балла;
3. Работа на лабораторном занятии – 0-3 балла.
4. Тестирование – 0-2 балла.

Обучающиеся, набравшие в течении семестра более 61 балла, получают «зачтено». Обучающиеся, не набравшие 61 балл, сдают зачет в классической форме по всем разделам дисциплины.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	**Наименование тем и/или разделов**	**Объем дисциплины (модуля), час.**				
		Всего	**Виды аудиторной работы** (академические часы)			**Иные виды контактной работы**
			Лекции	**Практические занятия**	**Лабораторные/ практические занятия по подгруппам**	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Виды материалов. Структура, свойства материалов.	15	4	2	4	0

1	2	3	4	5	6	7
2.	Традиционные и новые композиционные материалы.	22	8	2	8	0
3.	Стали. Чугуны.	17	4	0	8	0
4.	Композиционные материалы на основе легких металлов.	12	2	2	4	3
5.	Полупроводниковые материалы.	15	2	0	8	0
6.	Керамика. Фарфор. Стекло.	9	2	0	4	0
7.	Полимеры.	21	4	4	8	0
8.	Нанотехнологии. Наноструктурированные материалы.	11	4	0	4	0
9.	Методы изучения и применение наноструктурированных материалов.	15	2	8	0	0
10.	Композиционные и наноструктурированные материалы для космоса.	7	2	2	0	3
	Итого (часов)	**144**	**34**	**20**	**48**	**42***

** – учитывает контактную работу на консультации и зачете.*

4.2. Содержание дисциплины по темам

План лекционных и практических занятий

Тема 1. Виды материалов. Структура, свойства материалов.

Традиционные и новые материалы. Композиционные и наностркутурированные материалы. Основные понятия материаловедения. Свойства материалов. Виды свойств материалов. Кристаллическая решетка, элементарная ячейка, полиморфизм. Уровни формирования свойств: макро-, мезо-, микро-, нано-. Композиционный материал. Основные элементы структуры композиционного материала. Виды композиционных материалов. Микро- и наночастицы. Особенности получения, стабильность, особенности свойств. микро-, наноматериалы и наноструктурированные материалы. Точечные и объемные дефекты, основные характеристики. Виды точечных дефектов, дефекты по Шоттки, механизм возникновения дефектов, дефекты по Френкелю, уравнения возникновения дефектов. Объемные дефекты, краевая дислокация, вектор Бюргерса, плотность дислокация, экспериментальное определение, винтовая дислокация. Трещины, мозаика, микрокаверны. Основные механические свойства материалов, способы их измерения: прочность, экспериментальное определение, пластичность, твердость, методы измерения твердости по Роквеллу, Бринеллю, Виккерсу, текучесть, трещиностойкость.

Тема 2. Традиционные и новые композиционные материалы.

Понятие композиционного материала. Микро- и макроструктура композиционных и однородных материалов. Уровни формирования свойств однородных и композиционных материалов. Области применения однородных и композиционных материалов. Природные и технические композиционные материалы. Композиционный материал как основной материал природы. Формирования структуры природных композиционных материалов. Технические композиционные материалы. Способы формирования композиционных материалов. Возможности природы и человека в формировании композиционных материалов.

Тема 3. Стали. Чугуны.

Научная основа создания сталей и чугунов. Диаграмма состояния системы железо – углерод. Химической состав, фазово-зёренный состав стали и чугунов. Предприятия производителей,

объемы производства. Способы получения изделий. Литейные свойства чугуна, получения изделий путем заливки. Разливка стали, стальной прокат. Основные механические свойства: пластичность, хрупкость, коррозионная устойчивость. Методы обработки стальных изделий: токарная обработка, фрезерная, штамповка, гнутьё, выдавливание давлением. Механическая обработка чугунов. Сварка сталей в электрической дуге. Условия сварки чугунов. Общность свойств сталей и чугунов. Области применения сталей и чугунов.

Тема 4. Композиционные материалы на основе легких металлов.

Классификация цветных металлов. Легкие металлы: магний и алюминий. Магний: получение, магниевые сплавы. Композиционные материалы с магниевой матрицей. Особенности свойств магния, магниевых композиционных материалов и области применения. Формирование композиционных материалов на основе магния и его сплавов. Алюминий как металл 20 и 21 века. Сплавы алюминия. Композиционные материалы с алюминиевой матрицей. Композиционные материалы, сплавы и материалы для самолетостроения, строительства, автомобилестроения. Перспективы разработок новых композиционных материалов с алюминиевой матрицей. Титан. Мировые запасы титана. Технология получения титана. Титановая губка. Производство титановой губки. Композиционные материалы с титановой матрицей: реальность и перспективы развития. Уникальные свойства титана: текучесть, температурная прочность, стойкость к гравитации. Применение титана в гражданском авиастроении. Материалы военных мировых истребителей. Корпуса подводных лодок и авианосцев. Суда на подводных крыльях. Материалы - аналоги по своим свойствам титановым сплавам. Российская фирма "Висма" и ее продукция.

Тема 5. Полупроводниковые материалы.

Виды полупроводниковых материалов. Простые вещества полупроводниковые материалы: германий, кремний. Бинарные полупроводники: арсенид галлия. От транзистора до современного чипа. Способы изготовления современных чипов. Мезо- и микроуровни в чипах. Микросхема. Способы хранения информации. Традиционные и новые материалы солнечных батарей. Повышение КПД. Термоэлектрические материалы. Перспективы их применения в бытовой технике.

Тема 6. Керамика, фарфор, стекло.

Керамика, историческое и современное определение. История керамики. Области применения керамических материалов в современной жизни. Классификация керамики по составу, структуре, свойствам, областям применения. Конструкционная и функциональная керамика. Биологическая совместимость керамики. Керамика как монолитный и композиционный материал. Преимущества и недостатки. Термостойкая керамика. Ее применение в металлургии и неорганическом синтезе. Фарфор. История фарфора. Химический состав и технология получения. Виды фарфоровых изделий. История стекла. Стеклообразное состояние вещества. Характер взаимного расположения атомов и молекул в стекле. Причины хрупкости стекла. Химический состав стекла. Физические свойства стекла. Способы окрашивания стекла. Армированное стекло. Виды армирующих добавок. Свойства и применение армированных стекол. Виды стекол: оптические, фотохромные, хрусталь, кварцевое стекло, пеностекло, стеклянная вата и стеклянное волокно.

Тема 7. Полимеры.

Полимеры. Классификации полимеров. Общие свойства полимеров. Пластические массы. Полиэтилен. Полипропилен. Поливинилхлорид. Полистирол. Фторопласты. Полиакрилаты. Фенолформальдегидные смолы. Эпоксидные смолы. Поликарбонатные материалы. Применение полимерных материалов в создании конструкций. Синтетические эмали, лаки, краски. Полимерные клеи. Применение полимеров как связующих или матриц композиционных материалов.

Тема 8. Нанотехнологии и наноструктурированные материалы.

Размеры объектов наномира. Определение наноматериалов. Отличия наноматериалов от макроматериалов. Физические причины специфики наноматериалов. Классификация наноматериалов. Классификация 1D, 2D, 3D структурированных наноматериалов. Особенности структур, сформированных наноматериалами. Фуллерены, состав и структура. Применение фуллеренов. Углеродные трубки, состав, структура, свойства и их изменение в зависимости от

состава. Области применения. Углеродные нанотрубки, как средство решения высокоспециализированных задач. Структура графена, особенности его свойств и возможные области применения. Наноматериалы и биологические объекты. Наноструктурированные материалы в электронике.

Тема 9. Методы изучения и применение наноструктурированных материалов.

Сканирующая электронная микроскопия, силовой микроскоп, изображение нанообъектов. Методы обработки изображения на экране, определение размера и формы наночастиц. Гистограмма. Наноструктурированные материалы в электронике. Современные чипы, структура устройства, способы сохранения информации. Кремний как основа электроники. Наноматериалы как упрочнители структуры в композиционных материалах. Наноструктуры в строительных материалах. Атомная энергетика. Новые возможности с использованием наноструктурированных материалов.

Тема 10. Композиционные и наноматериалы для космоса.

Мировое развитие ракетостроения. ФАУ-1, ФАУ-2. Мировая гонка материалов. Какие материалы позволили США долететь по Луны. И почему четыре старта Российской ракеты не привели ее к выводу в космос. Современные композиционные и наноматериалы для космоса. Что победит: самолет из композиционных материла выходящий в космос или одноразовая ракета? Э. Маски. Новая философия космического материаловедения.

План лабораторных работ

Лабораторная работа №1 «Методы синтеза композиционны материалов. Композиционные материалы с металлической и неметаллической матрицей».

Лабораторная работа №2 «Рентгенофазовый анализ. Определение параметров ячейки α-железа»

Лабораторная работа №3 ««Рентгенофазовый анализ. Определение параметров ячейки γ-железа»

Лабораторная работа №4 «Металлографический анализ. Пробоподготовка»

Лабораторная работа №5 «Металлографический анализ образцов»

Лабораторная работа №6 «Построение гистограмм распределения частиц по размерам по результатам металлографического анализа»

Лабораторная работа №7 «Синтез металлической матрицы»

Лабораторная работа №8 «Изготовление керамики. Идентифицирование фазового состава образца керамики»

Лабораторная работа №9 «Получение образца из термореактивного пластика»

Лабораторная работа №10 «Синтез наночастиц методом осаждения мочевиной»

Лабораторная работа №11 «Определение размера и формы наночастиц»

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Виды материалов. Структура, свойства материалов.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторной работе.
2.	Традиционные и новые композиционные материалы.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторной работе.
3.	Стали. Чугуны.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторной работе.

4.	Композиционные материалы на основе легких металлов.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторной работе.
5.	Полупроводниковые материалы.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторной работе.
6.	Керамика. Фарфор. Стекло.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторной работе.
7.	Полимеры.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторной работе.
8.	Нанотехнологии. Наноструктурированные материалы.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторной работе.
9.	Методы изучения и применение наноструктурированных материалов.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы.
10.	Композиционные и наноструктурированные материалы для космоса.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине – устный ответ по билету, содержащему 4 теоретических вопроса. Студенту на подготовку ответа выделяется 45 минут.

Вопросы для самостоятельной подготовки к зачету

1. Классификация материалов по назначению: конструкционные материалы, электротехнические, триботехнические, инструментальные, рабочие тела, топливо, технологические материалы.
2. Понятие композиционного материала. Микро- и макроструктура композиционных материалов.
3. Формирование структуры природных композиционных материалов. Технические композиционные материалы.
4. Способы получения сталей и чугунов.
5. Классификация сталей по содержанию углерода, по назначению, по качеству, по степени раскисления. Маркировка сталей.
6. Превращения в сталях при равновесном нагреве и охлаждении.
7. Углеродистые конструкционные стали, классификация, маркировка. Области применения.
8. Легированные стали. Области применения.
9. Чугун. Химический и фазовый составы чугунов. Области чугунов на диаграмме железо-цементит.
10. Преимущества чугуна как конструкционного материала. Основные свойства чугунов. Виды чугунов и их маркировка.
11. Формы нахождения углерода в чугунах. Геометрические формы зерен углерода в таких чугунах, как белый, серый, ковкий, высокопрочный.
12. Легкие металлы: магний и алюминий. Алюминий и его сплавы, как конструкционные материалы для самолетостроения, строительства, автомобилестроения.

13. Свойства титана и титановых сплавов. Применение данных материалов в самолетостроении, кораблестроении.
14. Медь и медные сплавы. Химический состав латуней и бронз. Классификация латуней и бронз, области применения.
15. Сверхпроводящие материалы. Зависимость электрического сопротивления материалов от температуры. Перспективы использования сверхпроводящих материалов.
16. Виды полупроводниковых материалов. Их значение для развития современной электроники.
17. Сплавы с эффектом памяти механической формы. Применение сплавов в медицине и технике.
18. Керамика, историческое и современное определение. История керамики. Области применения керамических материалов в современной жизни.
19. Фарфор. История фарфора. Химический состав и технология получения. Виды фарфоровых изделий.
20. Керамические изделия для медицинских целей. Биологическая совместимость керамики.
21. Полимеры. Химическое строение полимеров. Свойства и важнейшие характеристики полимеров. Виды полимеров: пластмассы, слоистые пластики, синтетические эмали, лаки, клеи.
22. Химический состав стекла. Физические свойства стекла. Виды стекол: оптические, фотохромные, хрусталь, кварцевое стекло, пеностекло, стеклянная вата и стеклянное волокно.
23. Композиционные материалы с неметаллической матрицей. Карбоволокниты (углепласты). Карбон. Бороволокниты. Органоволокниты. Стеклопластик.
24. Вяжущие материалы. Цемент. Виды цементов, их химический состав. Цементные растворы.
25. Бетон. Состав бетона, виды бетонов, применение при строительстве. Направления модернизации составов бетонов. Примеры советских и российских бетонных сооружений. Пенобетон: состав, структура, свойства.
26. Кирпич. Классификация кирпичей по химическому составу, геометрическим размерам, способу изготовления, практическому применению. Физические свойства кирпичей.
27. Методы синтеза наноматериалов.
28. Классификация наноматериалов. Привести примеры классификаций.
29. Какие соединения называются фуллеренами, из каких атомов они состоят, и сколько атомов содержится в составе соединений. Какова форма молекул фуллеренов. Для каких целей могут применяться фуллерены.
30. Какую структуру имеют углеродные трубки. Какие атомы, кроме углерода могут входить в состав нанотрубок и какие свойства при этом проявляются у нанотрубок? В каких областях и для решения, каких задач могут применяться углеродные трубки?
31. Структура графена, особенности его свойств и возможные области применения.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	ПК-3. Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает принципы работы основного используемого технологического, контрольно-измерительного и аналитического оборудования в области исследования композиционных и наноструктурированных материалов. Умеет выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач и проводить отдельные эксперименты по разработке наноструктурированных и композиционных материалов.	Устный опрос на практических занятиях, лабораторная работа, подготовка устных докладов, тестирование.	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ". заданий.
2	ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает принцип действия оборудования, используемого для синтеза композиционных и наноструктурированных материалов. Умеет организовать работы по контролю точности оборудования, по подготовке и проведению идентификации сырья, основных и вспомогательных материалов и выпускаемой продукции.	Устный опрос на практических занятиях, лабораторная работа, подготовка устных докладов, тестирование.	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
3	ПК-6. Способен организовывать материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР	Знает современные методы исследования объектов, теоретические вопросы по тематике исследования, программное обеспечение, используемое при исследовании композиционных и наноструктурированных материалов. Умеет осуществлять поиск научной литературы по тематике или объектам исследований, отбор статей, относящихся к тематике исследования.	Устный опрос на практических занятиях, лабораторная работа, подготовка устных докладов, тестирование.	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Ибатуллина А.Р. Композиционные материалы специального и технического назначения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ибатуллина А.Р., Сергеева Е.А.— Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 112 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/79306.html. (дата обращения: 05.05.2020) — ЭБС «IPRbooks» — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Мансуров З.А. Синтез и технологии наноструктурированных материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мансуров З.А., Шабанова Т.А., Мофа Н.Н.— Электрон. текстовые данные. — Алматы: Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2012. — 318 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/58744.html. (дата обращения: 05.05.2020) — ЭБС «IPRbooks» — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература:

1. Капитонов, А. М. Физико-механические свойства композиционных материалов. Упругие свойства [Электронный ресурс]: монография / А. М. Капитонов, В. Е. Редькин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 532 с. - ISBN 978-5-7638-2750-7. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/492077 (дата обращения: 05.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Наноматериалы. Свойства и сферы применения: учебник / Г. И. Джардималиева, К. А. Кыдралиева, А. В. Метелица, И. Е. Уфлянд. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-4433-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/140739 (дата обращения: 05.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Clarivate Analytics – Web of Science Core Collection (https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=C2ivzMxspGLnBiQvQWN&preferencesSaved=)
2. American Chemical Society (https://www.acs.org/content/acs/en/pressroom/presspacs/2021.html)

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:

- платформа для электронного обучения Microsoft Teams;
- офисный пакет MS Office.

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины:

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий (аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа должны быть оснащены мультимедийным оборудованием; помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ);

- Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием (микроскопы исследовательские; микротвердомер; магнитные мешалки с термодатчиком C-mag Hs7 Package; центрифуги лабораторные; электропечи камерные высокотемпературные; шкафы вытяжные лабораторные). Оснащенность лабораторных помещений и условия работы в них обучающихся должны соответствовать требованиям техники безопасности по работе с химическими реактивами.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова
01 июня 2020 г.

ПРАКТИКУМ ПО ХРОМАТОГРАФИИ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Исаев А.Ю, Кремлева Т.А. Практикум по хроматографии. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Практикум по хроматографии [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Исаев А.Ю, Кремлева Т.А., 2020.

1. Пояснительная записка

Цель дисциплины: освоение современных практических методик применения хроматографических методов для решения химических проблем.

Задачи дисциплины - освоение студентами следующих вопросов:

- ознакомление с современной хроматографической аппаратурой;
- освоение практических методик использования различных типов хроматографов для анализа многокомпонентных смесей;
- получение навыков самостоятельного планирования хроматографических исследований;
- ознакомление с возможностями высокоэффективной (капиллярной) газовой хроматографии в анализе объектов окружающей среды, продуктов питания, лекарственных препаратов, в анализе продуктов химии и нефтехимии.

1.1. Место дисциплины *(модуля)* в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули), части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплина (модуль) по выбору.

В информационном и логическом отношениях курс основан на материале дисциплин «Аналитическая химия» и «Физические методы исследования». Обучающиеся должны предварительно знать: основные представления о фазовых равновесиях, основы строения органических молекул, правила работы в химической лаборатории.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)
ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает перечень основных средств и методов испытаний для решения хроматографических задач; методики хроматографического анализа проб неизвестного состава.
	Умеет выбрать наиболее оптимальную методику для решения сложных аналитических задач; модернизировать имеющиеся методики анализа для получения оптимальных результатов.
ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает методологические, научные основы и возможности современных экспериментальных методов хроматографии.
	Умеет получать, интерпретировать, критически оценивать хроматографическую информацию, а также информацию справочного характера; работать с современными программными комплексами, информационными базами, библиотеками масс-спектров, журнальной и патентной информацией.
ПК-4. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	Знает основные требования, предъявляемые ко входящему сырью и готовой продукции; стандартные методики хроматографического анализа, пригодные для сертификации и паспортизации; требования к результатам хроматографических измерений, проводимых с целью сертификации и паспортизации.
	Умеет выполнять стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства.

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		8
Общий объем зач. ед.	**4**	**4**
час	**144**	**144**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	**90**	**90**
Лекции	30	30
Практические занятия	0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	60	60
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**54**	**54**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		зачет

3. Система оценивания

3.1. Проходной балл – 61. Зачет может быть выставлен по результатам текущего контроля. Для организации текущего контроля успеваемости обучающихся в семестре используется 100-балльная рейтинговая система оценки успеваемости. Контроль качества подготовки осуществляется путем проверки теоретических знаний и практических навыков. Применяемые в модуле формы текущего контроля: устный ответ, подготовка и защита отчета по лабораторной работе, контрольная работа, выполнение теста, подготовка доклада.

Студенты, набравшие по дисциплине в период проведения текущего контроля не менее 61 балла и выполнившие все лабораторные работы (с предоставлением письменного отчета), получают зачет автоматически.

Студенты, набравшие по дисциплине в период проведения текущего контроля менее 61 балла, сдают зачет в устной форме.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1.	Общие теоретические основы хроматографии	32	12	0	8	0
2.	Хроматографические приборы	22	8	0	4	0
3.	Качественный анализ	26	2	0	16	0
4.	Количественный анализ	26	2	0	16	0

5.	Практическое применение хроматографии	32	6	0	16	0
6	Консультации и зачет					6
	Итого (часов)	**144**	**30**	**0**	**60**	**6***

** - учитывает контактную работу на консультации и зачете.*

4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

Тема 1. Общие теоретические основы хроматографии

Введение в хроматографию. Исторический очерк. Этапы становления хроматографии как отдельной дисциплины.

Современное состояние хроматографии. Определение, терминология. Классификация способов и методов хроматографического анализа по различным критериям:

- по способу выполнения;
- по форме проведения;
- по агрегатному состоянию системы;
- по механизму разделения.

Краткий обзор областей применения разных типов хроматографического анализа. Теоретические основы хроматографии, как метода. Основы теоретического описания хроматографических процессов в рамках теории Мартина-Синджа. Концепция теоретических тарелок. Основы теоретического описания хроматографических процессов в рамках кинетической теории Ван-Деемтера. Диффузионно-массообменная модель.

Аналитический сигнал в газовой хроматографии. Размывание хроматографической зоны. Хроматографический пик. Форма изотермы сорбции и соответствующие им профили хроматографических пиков. Параметры удерживания. Время удерживания. Объем удерживания. Абсолютные и исправленные величины удерживания. Параметры разделения. Коэффициент распределения. Коэффициент разделения. Коэффициент емкости. Эффективность хроматографической колонки. Число теоретических тарелок. Высота эквивалентная теоретической тарелке. Число разделений. Степень разделения. Селективность колонки.

Тема 2. Хроматографические приборы

Принципиальная схема газового хроматографа. Основные узлы хроматографа, их назначение и принцип действия. Хроматографические колонки. Насадочные и капиллярные колонки. Сорбенты для газовой хроматографии. Неподвижные фазы. Полярность фаз. Селективность фаз. Методики заполнения хроматографической колонки. Подготовка (кондиционирование) колонок. Детекторы. Принципы работы различных детекторов: ДТП, ДИП, ДЭЗ, ДПФ, ТИД, ФИД и др. Деструктивные и недеструктивные детекторы. Концентрационные и потоковые детекторы. Чувствительность детектора. Порог чувствительности. Инерционность детектора. Линейный диапазон детектора. Различные способы ввода пробы в газовый хроматограф: микрошприц, автоматический дозатор, кран-дозатор, многопортовые краны, дозатор равновесного пара и др. Схема устройства, принцип действия, области применения.

Тема 3. Качественный анализ

Задачи качественного анализа. Проблема идентификации хроматографических пиков. Графические методы идентификации. Индексы удерживания (абсолютные и относительные). Индексы удерживания Ковача (линейный и логарифмический). Метод стандартной добавки.

Тема 4. Количественный анализ

Задачи количественного анализа. Количественные характеристики аналитического сигнала — высота и площадь хроматографического пика. Графическое и автоматическое измерение площади пиков. Метод расчета площади пика по методу треугольника. Методы расчета площади асимметрического пика. Методы расчета площади пика примеси, находящейся на заднем фронте основного пика. Методы расчета площади срезанного пика. Методы количественного расчета: метод абсолютной калибровки, метод нормализации, нормализация с калибровочным

коэффициентом, метод внутренней нормализации. Представление о масс-спектрометрическом анализе вещества. Принципиальная схема устройства ГХ-МС. Современны подходы к проведению ГХ-МС анализов реальных объектов. Область применения газовой хроматографии с масс-спектрометрическим окончанием. Преимущества и недостатки комбинированной ГХ-МС системы. Ограничения метода. Задачи препаративного разделения сложных смесей. Проблемы препаративной газовой хроматографии и пути их решения. Альтернативные варианты препаративной хроматографии.

Тема 5. Практическое применение хроматографии

Примеры практического применения газовой хроматографии в различных отраслях деятельности: анализ сложных смесей, определение микропримесей, анализ пищевых продуктов и медицинских препаратов.

Практическое применение хроматографии в нефтехимии.

Темы лабораторных работ

По каждой работе предоставляется оформленный письменный отчет и производится защита результатов работы по отчету (на усмотрение преподавателя).

Лабораторная работа №1. Определение относительного среднеквадратичного отклонения (СКО) выходных сигналов хроматографического детектора.

Определение среднеквадартичного отклонения значений высот, площадей и времен удерживания пика анализируемого компонента в серии анализов.

Освоение навыков работы с микрошприцем: правила эксплуатации, приемы отбора жидких проб и ввода их в испаритель хроматографа.

Знакомство с программным комплексом Хроматэк Аналитик: создание метода анализа, программирование режима работы хроматографа, запуск анализа и запись хроматограммы.

Обработка хроматограмм: определение хроматографических параметров пика, статистическая обработка результатов анализа.

Оборудование: газовый хроматограф с принадлежностями, нормальные алканы степенью чистоты не менее «для хроматографии».

Лабораторная работа №2. Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава.*

Цель работы: освоение методики хроматографического анализа растительных масел по ГОСТ 30418-96.

Оборудование: газовый хроматограф с принадлежностями, образцы растительного масла для анализа, стандартная смесь метиловых эфиров жирных кислот.

Лабораторная работа №3. Определение концентрации борнилацетата в пихтовом масле методом нормализации и методом внутреннего стандарта.*

Цель работы: изучение методики количественного хроматографического анализа.

Оборудование: газовый хроматограф с принадлежностями, аналитические весы, образцы пихтового масла.

Лабораторная работа №4. Определение мертвого времени удерживания несорбируемого газа расчетным методом.*

Цель работы: изучение методики качественного хроматографического анализа и расчетных методов определения параметров удерживания.

Оборудование: газовый хроматограф с принадлежностями, смесь нормальных алканов.

Лабораторная работа №5. Количественный анализ по методу абсолютной калибровки.*

Цель работы: изучение методики количественного хроматографического анализа.

Оборудование: газовый хроматограф с принадлежностями, смеси для анализа.

Лабораторная работа №6. Определение эффективности хроматографической колонки.*

Цель работы: освоить методику определения эффективности капиллярной колонки; оценить влияние скорости газа носителя на эффективность работы колонки.

Оборудование: газовый хроматограф с принадлежностями, смеси для анализа.

Лабораторная работа №7. Определение карбонильных соединений в табачном дыме.*

Цель работы: ознакомиться с возможностью газохроматографического определения микропримесей вредных веществ в табачном дыме путем предварительного концентрирования анализируемых веществ.

Оборудование: газовый хроматограф с принадлежностями, абсорбер табачного дыма, стандартные растворы карбонильных соединений.

Лабораторная работа №8. Определение качественного и количественного состава неизвестной смеси органических веществ.*

Цель работы: знакомство с относительными и приведенными параметрами удерживания веществ, а также индексами удерживания, позволяющими проведение идентификации неизвестных соединений.

Оборудование: газовый хроматограф с принадлежностями, смесь для анализа, смесь нормальных алканов, справочник по индексам удерживания.

Лабораторная работа №9 Масс-спектрометрические определение хлорорганических пестицидов.*

Цель работы: освоение методики хроматомасс-спектрометрического определения содержания хлорорганических пестицидов в питьевой воде по ГОСТ Р 51209-98.

Оборудование: газовый хроматограф с принадлежностями, образцы для анализа.

Лабораторная работа №10. Определение содержания углекислого газа в воздухе рабочей зоны.*

Цель работы: знакомство с приемами определения вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Оборудование: газовый хроматограф с принадлежностями.

Лабораторная работа №11. Определение микропримесей в ликероводочной продукции.*

Цель работы: ознакомление с ГОСТированными методиками хроматографического анализа пищевой продукции и приемами разделения сложных смесей.

Оборудование: газовый хроматограф с принадлежностями, образцы для анализа.

Лабораторная работа №12. Определение остаточного содержания растворителя в лекарственных препаратах.*

Цель работы: знакомство с приемами хроматографического анализа фармакологической продукции.

Оборудование: газовый хроматограф с принадлежностями, образцы для анализа.

Лабораторная работа №13. Определение содержания твердых парафинов в дизельном топливе.*

Цель работы: знакомство с практическим применением газовой хроматографии при анализе продукции нефтехимической отрасли.

Оборудование: газовый хроматограф с принадлежностями, образцы для анализа, стандартные растворы углеводородов.

Лабораторная работа №14. Определение фракционного состава нефти.*

Цель работы: освоение методики имитированной дистилляции нефти методом газовой хроматографии

Оборудование: газовый хроматограф с принадлежностями, образцы для анализа.

Лабораторная работа №15. Определение содержания ионола в трансформаторном масле.*

Цель работы: знакомство с методиками газохроматографического определения веществ-маркеров в промышленной продукции.

Оборудование: газовый хроматограф с принадлежностями, образцы для анализа.

* Студенты выполняют лабораторные работы №№ 2-15 в малых группах (2-3 человека) по индивидуальному графику, составленному преподавателем в начале семестра.

Примеры заданий для проведения текущего контроля успеваемости.

1. Какие физические процессы лежат в основе хроматографии?
2. Какова зависимость времени удерживания от температуры?
3. Рассчитать высоту, эквивалентную теоретической тарелке, для хроматографической колонки длиной 2 *м*, если время удерживания компонента равно 1 *мин*, а ширина пика – 10 *с*.
4. Зарисуйте принципиальную схему, перечислите основные системы и узлы газового хроматографа.
5. Что представляет собой испаритель и каково его назначение в системах ввода газового хроматографа?
6. Какой детектор и почему является предпочтительным при определении соединений серы в нефти и нефтепродуктах?
7. Перечислите основные графические способы определения площадей хроматографических пиков.
8. Охарактеризуйте систему индексов удерживания Ковача.
9. Определите мольную долю (%) метана и этана в газовой смеси, если площади хроматографических пиков и поправочные коэффициенты этих компонентов равны, соответственно: 80 мм^2 и 1,23; 40 мм^2 и 1,15.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Общие теоретические основы хроматографии	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций
2.	Хроматографические приборы	Чтение дополнительной литературы, проработка лекций, подготовка к лабораторным работам
3.	Качественный анализ	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций подготовка отчетов по лабораторным работам
4.	Количественный анализ	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций подготовка отчетов по лабораторным работам
5.	Практическое применение хроматографии	Чтение дополнительной литературы, проработка лекций, подготовка отчетов по лабораторным работам

6. Промежуточная аттестация по дисциплине

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Форма проведения промежуточной аттестации: зачет.

Зачет проводится в устной форме по билетам, вопросы в которых выбираются из заранее утвержденного перечня. Студентам, не выполнившим все формы текущего контроля, предусмотренные программой, и допущенным к зачету, помимо вопросов билета, необходимо ответить на дополнительные вопросы (решить задачи) по несданным разделам дисциплины.

Вопросы для подготовки к зачету.

1. Основные принципы хроматографического метода. Задачи и возможности газовой хроматографии.

2. Классификация методов хроматографии по признаку природы явлений в основе разделения, по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по методике проведения.

3. Основные параметры хроматографического процесса. Концепция теоретических тарелок. Кинетическая теория. Размывание хроматографической зоны. Хроматографический пик. Форма изотермы сорбции и соответствующие им профили хроматографических пиков.

4. Параметры удерживания. Время удерживания. Объем удерживания. Абсолютные и исправленные величины удерживания.

5. Параметры разделения. Коэффициент распределения. Коэффициент разделения. Коэффициент емкости. Эффективность хроматографической колонки. Число теоретических тарелок. Высота эквивалентная теоретической тарелке. Число разделений. Степень разделения. Селективность колонки.

6. Принципиальная схема газового хроматографа. Основные узлы хроматографа, их назначение и принцип действия.

7. Хроматографические колонки. Насадочные и капиллярные колонки. Сорбенты для газовой хроматографии. Неподвижные фазы. Полярность фаз. Селективность фаз. Методики заполнения хроматографической колонки. Подготовка колонок (кондиционирование). Методики ввода пробы в колонку.

8. Детекторы. Принципы работы различных детекторов: ДТП, ДИП, ДЭЗ, ДПФ, ТИД, ФИД и др. Деструктивные и недеструктивные детекторы. Концентрационные и потоковые детекторы. Чувствительность детектора. Порог чувствительности. Инерционность детектора. Линейный диапазон детектора.

9. Задачи качественного анализа. Проблема идентификации хроматографических пиков. Графические методы идентификации. Индексы удерживания (абсолютные и относительные). Индексы удерживания Ковача (линейный и логарифмический). Метод стандартной добавки.

10. Задачи количественного анализа. Количественные характеристики аналитического сигнала — высота и площадь хроматографического пика. Графическое и автоматическое измерение площади пиков. Метод расчета площади пика по методу треугольника. Методы расчета площади асимметрического пика. Методы расчета площади пика примеси, находящейся на заднем фронте основного пика. Методы расчета площади срезанного пика.

11. Методы количественного расчета: метод абсолютной калибровки, метод нормализации, нормализация с калибровочным коэффициентом, метод внутренней нормализации.

12. Многокомпонентные смеси, их типы и разновидности. Особенности методики хроматографического анализа сложных смесей: выбор метода пробоподготовки, фракционирование проб, обеспечение необходимого уровня эффективности и селективности колонки, обеспечение полноты детектирования. Оценка погрешностей.

13. Аналитические задачи определения содержания примесей. Классификация примесей по химической природе и физическому состоянию. Микропримеси.

14. Особенности методики хроматографического определения содержания примесей: выбор метода пробоподготовки, концентрирование, обеспечение необходимого уровня эффективности и селективности колонки, обеспечение необходимой чувствительности детектора и полноты детектирования. Оценка погрешностей.

15. Особенности методики хроматографического анализа пищевых продуктов. Методы пробоподготовки. Химическое модифицирование компонентов пробы.

16. Обеспечение необходимого уровня эффективности и селективности колонки, обеспечение необходимой чувствительности детектора и полноты детектирования. Оценка погрешностей.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	**Знает**: Перечень основных средств и методов испытаний, пригодных для решения хроматографических задач; методики хроматографического анализа проб неизвестного состава. **Умеет**: Выбрать наиболее оптимальную методику для решения сложных аналитических задач; модернизировать имеющиеся методики анализа для получения оптимальных результатов	Контрольные работы, устный ответ, отчеты по лабораторной работе, доклад.	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 «Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО ТюмГУ».

2.	ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	**Знает**: Методологические, научные основы и возможности современных экспериментальных методов хроматографии. **Умеет**: Получать, интерпретировать, критически оценивать хроматографическую информацию, а также информацию справочного характера; работать с современными программными комплексами, информационными базами, библиотеками масс-спектров, журнальной и патентной информацией.	Устные ответы, контрольные работы, отчет по лабораторной работе, защита лабораторной работы, тест.	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 «Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО ТюмГУ».
3.	ПК-4. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	**Знает**: Основные требования, предъявляемые ко входящему сырью и готовой продукции; стандартные методики хроматографического анализа, пригодные для сертификации и паспортизации; требования к результатам хроматографических измерений, проводимых с целью сертификации и паспортизации **Умеет**: Выполнять стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства	Контрольные работы, отчет по лабораторной работе, защита лабораторной работы.	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 «Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО ТюмГУ».

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

Конюхов, В. Ю. Хроматография : учебник / В. Ю. Конюхов. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1333-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/4044 (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей

Вершинин, В. И. Аналитическая химия : учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 428 с. — ISBN 978-5-8114-4121-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/115526 (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература:

Третьяков, Н. Ю. Хроматография : лаб. практикум / Н. Ю. Третьяков ; Тюм. гос. ун-т. — Тюмень : Изд-во Тюм. гос. ун-та, — 2008. — ISBN 978-5-88081-988-1

Каратаева, Е. С. Теоретические основы газовой хроматографии : монография / Е. С. Каратаева. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. — 268 с. — ISBN 978-5-7882-1856-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/64010.html (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей

7.3 Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека учебных материалов по химии химического факультета Московского государственного университета: http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary.

Научная электронная библиотека: http://elibrary.ru.

Курс видеолекций «Хроматография: толкование и приложения в науке и технологии» от компании «Интерлаб»: https://www.youtube.com/channel/UCv-FTngblRtoYJ9xmUH96bw

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

База данных American Chemical Society (Американского химического общества): https://www.acs.org/content/acs/en.html

База данных Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества): https://pubs.rsc.org/

Clarivate Analytics – Web of Science Core Collection: https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=C2ivzMxspGLnBiQvQWN&preferencesSaved=

Межвузовская электронная библиотека (МЭБ): https://icdlib.nspu.ru/

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

Работа с Интернетом

Работа с информационным порталом БМК ТюмГУ

Использование специализированных программ, обеспечивающих работу хроматографических приборов и обработку данных.

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:

Платформа для электронного обучения Microsoft Teams

Microsoft Office (в частности Microsoft Excel)

Свободно распространяемое ПО:

1. ChemSketch
2. FAR Manager

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения лекционных занятий оборудованные мультимедийным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

Для проведения лабораторного практикума требуется лаборатория, оборудованная эффективной приточно-вытяжной вентиляцией, вытяжными шкафами и лабораторными столами. Оснащенность лабораторных помещений и условия работы в них обучающихся должны соответствовать требованиям техники безопасности по работе с химическими реактивами.

Для проведения лабораторных работ требуется следующее оборудование: хроматограф газовый Trace GC Ultra (Thermo Electron) с масс-селективным детектором DSQ II 2007; хроматограф газовый с масс-селективным детектором SCION SQ (Bruker) 2011; система автоматической твердофазной экстракции Dionex AutoTrace 280 Solid-Phase Extraction (Dionex) 2011; хроматограф жидкостный Agilent 1200 (Agilent Technologies) с тандемным квадрупольным масс-спектрометром с источником ионизации электроспрей и химической ионизацией под атмосферным давлением Applied Biosystems/MDS Sciex API 2000 LC/MS/MS (Applied Biosystems) 2007; аппаратно-программный комплекс «Кристалл 5000.2» на базе газовых хроматографов с системой захолаживания термостата и программой обработки «Хроматэк_DHA» (Хроматэк) 2007; система капиллярного электрофореза «Капель 105» (Люмэкс)2007; хроматограф газовый «Кристалл 2000М» (Хроматэк) с детекторами ПИД/ТИД/ЭЗД 2003; хроматограф жидкостной с диодно-матричным детектором Agilent 1100 (Agilent Technologies) 2004; система гель-проникающей хроматографии Agilent 1260 Infinity II 2020; квадруполь-времяпролетный масс-спектрометр Agilent 6545 Q-TOF LC/MS 2020; хроматомасс-спектрометр Agilent 5977B GC/MSD с многофункциональной системой для пиролитической хроматографии EGA/PY-3030D 2020; хроматограф газовый для определения состава природного газа и следов серосодержащих компонентов в одном анализаторе «Хроматэк-Кристалл 9000» (Хроматэк, Россия); шкафы вытяжные лабораторные; персональные компьютеры.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова/
01 июня 2020 г.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОХИМИЯ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Ларина Н.С. Экологическая геохимия. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Экологическая геохимия [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Ларина Н.С., 2020.

1. Пояснительная записка

Предметом экологической геохимии является исследование геохимических отношений в экогеосистемах различного уровня. Эколого-геохимические исследования направлены на выявление взаимосвязи гео-, био- и технопроцессов с помощью методов геохимии и знаний химических свойств элементов. Это необходимо для оценки степени концентрации и форм миграции элементов и их соединений в компонентах окружающей среды. Основными проблемами и разделами экологической геохимии являются экогеохимия элементов (отдельные элементы и их соединения различных классов токсичности, стабильные изотопы, естественные и искусственные радионуклиды); экогеохимия систем (экосистемы городских агломераций, сельскохозяйственных и промышленных территорий); экогеохимия процессов (специфика техногенной миграции элементов и соединений в почвах, грунтах, горных породах, подземных и поверхностных водах, приземной атмосфере, экогеохимические циклы токсикантов, гигиенические и медико-биологические аспекты техногенной миграции).

Целью преподавания дисциплины «Экологическая геохимия» является ознакомление студентов с теоретическими основами общей геохимии, геохимии ландшафта, геохимическими методами решения теоретических и прикладных задач в области природопользования, использование полученных знаний для проведения эколого-геохимической оценки воздействия хозяйственной деятельности на состояние окружающей среды; экологическое воспитание студентов.

Эта цель достигается путем решения следующих **задач**:

- формирование у студентов знаний о химическом составе компонентов природной среды, геохимии природных и техногенных ландшафтов;
- формирование у студентов умения применять геохимические знания к решению практических задач природопользования;
- заложить у студентов основы знаний проведения эколого-геохимической оценки окружающей природной среды;
- дать представление о целях проведения эколого-геохимической оценки влияния хозяйственной деятельности на состояние окружающей среды и здоровье населения.

1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули) части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплина (модуль) по выбору.

В логическом и содержательно-методическом плане дисциплина «Экологическая геохимия» базируется на знаниях, полученных при изучении курса «Аналитическая химия», «Химический анализ объектов окружающей среды», информационно и логически связана с изучением ряда дисциплин по выбору.

Для изучения данной дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные законы, понятия и методы аналитической химии;
- основы неорганической, физической и органической химии;
- методы обработки результатов химического анализа.

Уметь:

-выполнять основные операции в химической лаборатории с соблюдением техники безопасности;

- проводить отбор проб, пробоподготовку и анализ основных компонентов;
- проводить внедрение методики анализа по нормативным документам.

Владеть:

- основными методами анализа (титрования, потенциометрия, кондуктометрия, фотометрия);
- программным обеспечением, позволяющим проводить обработку результатов эксперимента.

Материал, рассматриваемый в данном курсе, является фундаментом при выполнении курсовых работ и выпускной квалификационной работы в области химической экологии и экологической безопасности, а также при выборе методов решения конкретных задач в элективных курсах.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)
ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает закономерности распределения химических элементов в различных геосферах, законы поведения, сочетания и миграции элементов в природных и техногенных процессах в биосфере, экологические последствия нарушения человеком глобальных биогеохимических циклов; особенности и возможности практического применения аналитических методов в экологических исследованиях.
	Умеет выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для анализа природных и техногенных объектов при проведении мониторинговых исследований окружающей среды.
ПК-4. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	Знает методы отбора проб различных природных и техногенных объектов; методы планирования и выполнения химико-аналитических исследований природных и техногенных объектов; как планировать и выполнять химико-аналитические исследования природных и техногенных объектов, методы представления результатов исследований.
	Умеет осуществлять контроль качества объектов окружающей среды современными методами анализа и контроль качества проводимых измерений; проводить метрологическую и статистическую обработку результатов химического анализа. Умеет использовать методы геохимических исследований; информацию о химическом составе структурных составляющих биосферы, геохимическими методами изучения окружающей среды; общими закономерностями распределения и особенности поведения химических элементов применительно к решению экологических проблем, связанных с химическим загрязнением биосферы.
ПК-5. Способен организовать работу малочисленного трудового коллектива по решению текущих задач НИР и НИОКР с обеспечением безопасных условий работы	Знает нормативно-техническую документацию, принципы и методы организации работы в малых коллективах для решения конкретных исследовательских задач с соблюдением правил и норм техники безопасности и охраны труда, правил внутреннего распорядка,
	Умеет планировать и организовывать работу малочисленного трудового коллектива для решения

	конкретных исследовательских задач с обеспечением соблюдения правил и норм техники безопасности и охраны труда, правил внутреннего трудового распорядка.

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	**Всего часов** (академические часы)	**Часов в семестре** (академические часы)
		8
Общий объем зач. ед.	**4**	**4**
час	**144**	**144**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	**90**	**90**
Лекции	30	30
Практические занятия	30	30
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	60	60
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**54**	**54**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		зачет

3. Система оценивания

3.1. Для организации текущего контроля успеваемости обучающихся в течение семестра используется 100-балльная рейтинговая система оценки успеваемости. Зачет может быть выставлен по результатам текущего контроля. Применяемые в дисциплине формы текущего контроля позволяют оценить выполнение студентом всех видов работ, учебную дисциплину, мотивацию и активность студента в учебной деятельности. Для получения зачета необходимо набрать не менее 70 баллов из 100. Обязательным условием для получения зачета по баллам является выполнение всех лабораторных исследований.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со следующей шкалой перевода:

- от 0 до 69 баллов – «не зачтено».
- от 70 до 100 баллов – «зачтено».

Обучающиеся, не набравшие 70 баллов, сдают зачет по дисциплине в устной или письменной форме.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Основные определения и понятия	12	4	4	4	0
2	Миграция химических элементов	20	4	4	4	0
3	Геохимические барьеры. Геохимические аномалии	12	4	4	4	0
4	Геохимические ландшафты	20	4	4	4	0
5	Природные и техногенные ландшафты	20	4	4	4	0
6	Экогеохимические методы исследования	20	4	4	4	0
7	Геохимия атмосферы и гидросферы	20	4	3	3	0
8	Геохимия литосферы и биосферы	20	2	3	3	0
9	Консультация и зачет					6
10	**Итого (часов)**	**144**	**30**	**30**	**30**	**6***

** – учитывает контактную работу на консультации и зачете.*

4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

Тема 1. Введение. Основные определения и понятия.

Цели и задачи курса, его структура. Краткий исторический обзор развития геохимии окружающей среды в России и за рубежом. Место экогеохимии в системе наук об окружающей среде. Распределение химических элементов в земной коре. Понятие о кларке вещества. Закон Кларка-Вернадского. Законы распределения химических элементов в подсистемах ландшафтов. Формы нахождения химических элементов литосфере. Минералы. Особенности распределения основных и рассеянных элементов. Кларки концентраций, геохимические аномалии,

геохимические провинции. Геохимическая классификация элементов.

Тема 2. Миграция химических элементов.

Факторы миграции: внутренние и внешние. Миграция вещества. Закон Гольдшмидта. Внутренние и внешние факторы миграции. Виды миграции химических элементов. Параметры миграции.

Виды миграции: механическая, физико-химическая, биогенная, техногенная. Механическая миграция. Денудация и ее характеристики.

Физико-химическая миграция. Пути миграции. Окислительно-восстановительные условия миграции. Кислотно- щелочные условия миграции. Типоморфные элементы. Коллоидная миграция. Ионный обмен. Характеристики интенсивности водной миграции. Ионный сток. Ряды миграции химических элементов.

Биогенная миграция. Показатели биогенной миграции. Дефицитные и избыточные элементы. Биогенное минералообразование. Биогенная аккумуляция химических элементов. Биологическая роль химических элементов. Интенсивность биологического поглощения химических элементов, коэффициент биологического поглощения. Барьерное и безбарьерное поглощенияе.

Техногенная миграция. Техногенез. Технофильность элементов. Техногенные потоки вещества в биогеоценозе. Виды техногенной миграции. Техногенные почвы, илы, коры выветривания, эвтофикация водоемов.

Тема 3. Геохимические барьеры. Геохимические аномалии.

Физико-химические, механические, биогеохимические и техногенные барьеры. Кислотно-щелочные, окислительно-восстановительные, сорбционные, механические барьеры миграции. Геохимические барьеры в природных водах. Техногенные барьеры. Техногенные геохимические аномалии и их типы.

Тема 4.Геохимические ландшафты.

Понятие ландшафта в географии и геохимии. Геохимические классификации ландшафтов. Элементарный ландшафт. Автономные ландшафты, сопряженные ландшафты. Геохимическое сопряжение. Структура ландшафтов. Основные типы ландшафтов и их геохимические формулы. Ландшафтно-геохимические системы. Элементарные ландшафтно-геохимические системы. Каскадные ландшафтно-геохимические системы. Радиальная и латеральная структура ландшафтов. Геохимия природных, антропогенных и техногенных ландшафтов. Биогеоценоз. Картирование ландшафтов как метод геохимического исследования состояния природной среды.

Тема 5. Природные и техногенные ландшафты

Классификация биогенных ландшафтов. Ландшафты. Экосистемы. Геохимическая деятельность организмов (Закон Вернадского).

Деление химических элементов на витафилы, витафобы, толеранты. Влияние химических элементов на живые организмы, проявление токсического действия на живые организмы. Норма порогового содержания. Оценка токсичности химических элементов. Понятие о фитотоксичности. Задачи экотоксикологии. Общие экологические последствия промышленного загрязнения биогеоценозов.

Техногенез. Понятие о ноосфере. Энергетика техногенеза. Типы техногенной миграции. Техногенные источники загрязнения. Формы нахождения загрязняющих веществ в окружающей среде. Транспортирующие и депонирующие геокомпоненты. Физико-химические формы миграции загрязнений. Техногенные потоки, ореолы загрязнения. Промышленные отходы. Коммунально-бытовые отходы. Ядохимикаты. Показатели техногенеза. Геохимические аномалии. Предельно допустимые концентрации. Коэффициент концентрации. Суммарный показатель загрязнения. Пылевая нагрузка. Техногенные геохимические аномалии.

Города и городские ландшафты. Геохимическая классификация урбанизированных территорий. Пути миграции элементов в городской среде. Ассоциации химических элементов в пылях от разных производств. Геохимические особенности твердых бытовых отходов. Функциональные типы городов и территориальная структура промышленных городов. Эколого-

геохимические оценки состояния городов. Эколого-геохимическое нормирование. Состояние окружающей среды г. Тюмени.

Ландшафты районов нефте- и газодобычи. Нефть, нефтепродукты, их комплексное загрязняющее действие на природную среду.

Агротехногенез. Пестициды и агрохимические мелиорации почв. Минеральные удобрения. Эрозия и деградация. Экогеохимия орошаемых агроландшафтов.

Влияние химических загрязняющих веществ на биосферу. Устойчивость природных систем. Основные источники загрязнения окружающей среды. Задачи по защите окружающей природной среды от загрязнения химическими веществами.

Тема 6. Экогеохимические методы исследования.

Методология геохимического исследования ландшафтов. Геохимическое районирование и картирование. Виды геохимических карт: гидрогеохимические, биогеохимические, ландшафтно-геохимические и т.д. Выявление аномалий. Оценка экологического состояния среды обитания регионов. Выявление источников загрязнения, их классификация по типам нарушения и загрязнения атмосферы, гидросферы, литосферы. Метод составления материального баланса в оценке загрязнения окружающей среды и эффективности мер по защите окружающей среды. Источники и пути поступления химических элементов в организм человека. Биогеохимические особенности отдельных наиболее опасных элементов (свинец, кадмий, ртуть). Гигиеническая оценка техногенных аномалий. Здоровье экосистем и человека. Природные и техногенные биогеохимические провинции. Эколого-геохимические факторы заболеваемости населения. Санитарно-гигиенические нормативы качества природной среды. Геохимические критерии выделения зон чрезвычайных экологических ситуаций и экологического бедствия. Основные направления оздоровления обстановки в очагах загрязнения. Архитектурно-планировочные, медико-организационные и здравоохранительные мероприятия.

Тема 7. Геохимия атмосферы и гидросферы.

Атмосфера. Строение атмосферы. Происхождение и кларки атмосферы. Природная экоатмохимия. Постоянные и переменные вещества в атмосфере. Аэрозоли, природные и антропогенные источники образования аэрозолей, процессы, протекающие в атмосфере. Смог лондонского типа и фотосмог. Антропогенное воздействие на химический состав атмосферы.

Строение, происхождение и кларки гидросферы. Воды Мирового океана и суши. Поверхностные воды. Гидрогеохимия подземных и грунтовых вод. Природная экогидрохимия. Антропогенные изменения континентальных гидрогеохимических циклов. Процессы, протекающие в воде рек, дельтах, в воде морей и океанов. Геохимическая классификация вод в зависимости от значений pH, Eh. Круговорот воды в природе.

Тема 8. Геохимия литосферы и биосферы.

Кларки литосферы. Круговорот веществ в литосфере. Природная эколитохимия.

Почвы. Химический состав почв. Механизм образования почвы. Деятельность микроорганизмов в почве. Гумус и его химический состав. Минеральная часть почвы. Формы нахождения металлов в почве. Типы почв. Профиль почв: элювиальный слой, иллювиальный слой, материнская порода. Процессы, происходящие в почве. Понятие и биогеохимическом круговороте. Геохимия почв. Кларки почв. Природная экопедохимия. Глобальные и региональные антропогенные геохимические изменения почв и почвенного покрова.

Биологическая роль химических элементов. Распределение химических элементов в биосфере. Геохимическая организация биосферы. Живое вещество. Закон биологического круговорота. Химический состав живого вещества. Химический состав золы. Участие металлов в процессах жизнедеятельности организмов. Коэффициент биологического поглощения.

Лабораторные занятия

При выполнении лабораторных работ студенты распределяются на группы по 2-3 человека, каждая из которых выбирает объект (водоем, почва, атмосфера, растительность) на территории города и разрабатывает проект по изучение геохимического состава объектов геохимического мониторинга, производит отбор проб для анализа, и анализирует их с использованием доступных

методов анализа. По окончании исследований каждая группа готовит отчет, презентацию и доклад. Защита презентаций происходит в форме научной конференции.

Темы семинарских занятий

1. Введение. Основные определения и понятия.

1. Распространенность элементов в природе. Кларки, кларки концентрации, частные кларки, весовые, объемные и атомные кларки.
2. Геохимическая классификация элементов Вернадского.
3. Геохимическая классификация элементов Гольдшмидта.
4. Формы нахождения элементов в природе. Перечислите распространенные формы нахождения элементов в земной коре.
5. Каковы принципиальные различия главных и рассеянных элементов земной коре.

2. Миграция химических элементов.

1. В чем проявляется влияние физико-химических параметров окружающей среды на миграцию химических элементов.
2. В каких формах мигрируют тяжелые металлы в воде, атмосфере, почве.
3. Какие зольные элементы наиболее эффективно вовлекаются в биологический круговорот и какие являются наиболее инертными.
4. Какова классификация элементов по интенсивности вовлечения в биологическую миграцию.
5. Приведите примеры биогеохимического эндемизма.

3. Геохимические барьеры. Геохимические аномалии.

1. Виды геохимических барьеров: физико-химические, механические, биогеохимические и техногенные барьеры.
2. Кислотно-щелочные, окислительно-восстановительные, сорбционные, механические барьеры миграции.
3. Геохимические барьеры в природных водах.
4. Техногенные барьеры. Техногенные геохимические аномалии и их типы.
5. Как можно используются геохимические барьеры миграции для защиты окружающей среды от загрязнения.

4. Геохимические ландшафты.

1. Понятие ландшафта в географии и геохимии.
2. Геохимические классификации ландшафтов. Элементарный ландшафт. Автономные ландшафты, сопряженные ландшафты. Геохимическое сопряжение.
3. Структура ландшафтов. Основные типы ландшафтов и их геохимические формулы.
4. Ландшафтно-геохимические системы. Элементарные ландшафтно-геохимические системы. Каскадные ландшафтно-геохимические системы. Радиальная и латеральная структура ландшафтов.
5. Геохимия природных, антропогенных и техногенных ландшафтов. Биогеоценоз.

5. Природные и техногенные ландшафты.

1. Классификация биогенных ландшафтов. Экосистемы. Что означает понятие «биогеоценоз».
2. Геохимическая деятельность организмов (Закон Вернадского). Деление химических элементов на витафилы, витафобы, толеранты.
3. Что отражает геохимическая формула ландшафта.
4. Что такое элементарная биогеосистема и геохимическое сопряжение.
5. Влияние химических элементов на живые организмы, проявление токсического действия на живые организмы. Норма порогового содержания.

6. Экогеохимические методы исследования.

1. Методология геохимического исследования ландшафтов.
2. Геохимическое районирование и картирование. Виды геохимических карт: гидрогеохимические, биогеохимические, ландшафтно-геохимические и т.д.
3. Выявление аномалий. Оценка экологического состояния среды обитания регионов.
4. Выявление источников загрязнения, их классификация по типам нарушения и загрязнения атмосферы, гидросферы, литосферы.
5. Метод составления материального баланса в оценке загрязнения окружающей среды и эффективности мер по защите окружающей среды.

7. Геохимия атмосферы и гидросферы.

1. Строение атмосферы.
2. Происхождение и кларки атмосферы. Каково происхождение первичной газовой оболочки Земли и какой химический состав она могла иметь.
3. Аэрозоли, природные и антропогенные источники образования аэрозолей, процессы, протекающие в атмосфере.
4. Антропогенное воздействие на химический состав атмосферы.
5. Каковы геохимические факторы, влияющие на «парниковый эффект».

8. Геохимия литосферы и биосферы.

1. Кларки литосферы. Круговорот веществ в литосфере.
2. Почвы. Химический состав почв. Механизм образования почвы.
3. Профиль почв: элювиальный слой, иллювиальный слой, материнская порода.
4. Геохимия почв. Кларки почв. Минеральная часть почвы. Гумус и его химический состав.
5. Формы нахождения металлов в почве.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	2	3
1.	Введение. Основные определения и понятия	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций. Подготовка докладов по теме семинара. Отбор проб природных объектов по группам, подготовка проб к анализу.
2.	Миграция химических элементов	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций. Подготовка докладов по теме семинара.
3.	Геохимические барьеры. Геохимические аномалии	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций. Подготовка докладов по теме семинара. Работа с ГОСТами. Составление списка необходимых реактивов, методики приготовления растворов.
4.	Геохимические ландшафты	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций. Подготовка докладов по теме семинара.
5.	Природные и техногенные ландшафты	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций. Подготовка докладов по теме семинара. Обработка результатов измерений, подготовка отчета.
6.	Экогеохимические методы исследования	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций. Подготовка докладов по теме семинара.
7.	Геохимия атмосферы и гидросферы	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций. Подготовка докладов по теме семинара.
8.	Геохимия литосферы и биосферы	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций. Подготовка докладов по теме семинара. Обработка результатов измерений, подготовка отчета.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Форма промежуточной аттестации - зачет. Для получения зачета необходимо набрать не менее 70 баллов из 100. Обязательным условием для получения зачета по баллам является выполнение всех лабораторных исследований.

Для студентов, не набравших необходимого количества баллов, зачет проводится в устной форме по билетам.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Геохимия – фундаментальная наука о Земле. Методология геохимии. Связь геохимии с другими науками.
2. Химический состав литосферы. Неоднородность литосферы.
3. Гидросфера. Химический состав Мирового океана, поверхностных и подземных вод.
4. Геохимическая классификация вод.
5. Состав атмосферы. Природные и антропогенные источники поступления газов и аэрозолей в атмосферу.
6. Живое вещество и его химический состав. Биоконцентрирование и биоаккумуляция.
7. Почва, органическая и минеральная составляющие почвы. Вертикальная структура почвы.
8. Эндогенные процессы и, сопровождающий их, выход веществ в литосферу, воду, атмосферу.

9. Экзогенные процессы, образование коры выветривания.

10. Миграция химических элементов и факторы, влияющие на нее. Механическая миграции. Миграционные ряды химических элементов.миграция.

11. Физико-химическая миграция. Процессы, протекающие при

12. Биологическая миграция. Роль микроорганизмов в круговороте вещества в биосфере.

13.Техногенная миграция. Влияние загрязняющих веществ на геохимию природной среды.

14. Экотоксикология, эндемия. Влияние геохимических аномалий на здоровье человека, животных и растения.

15. Задачи экологического мониторинга, виды мониторинга, фоновый мониторинг.

16. Геохимические исследования, методология исследований, их роль для здравоохранения и охраны окружающей природной среды.

17. Геохимический ландшафт, геохимической сопряжение, геохимические формулы.

18. Миграция тяжелых металлов в окружающей природной среде, их участие в биогеохимических процессах.

19. Процессы, происходящие с нефтью и нефтепродуктами в окружающей среде, последствия загрязнения.

20. Детергенты, пестициды, фреоны, радиоактивные вещества и их отравляющее действие на биосферу.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	2	3	4	5
1.	ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает закономерности распределения химических элементов в различных геосферах, законы поведения, сочетания и миграции элементов в природных и техногенных процессах в биосфере, экологические последствия нарушения человеком глобальных биогеохимических циклов; особенности и возможности практического применения аналитических методов в экологических исследованиях.	Устные опросы на лекциях и лабораторных занятиях. Работа с нормативными документами (ГОСТ, РД, ПНД Ф).	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО
		Умеет выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для анализа природных и техногенных объектов при проведении мониторинговых исследований окружающей	Подготовка презентации и доклада по объектам мониторинга с оценкой его качества.	

		среды.		"ТюмГУ".
2	ПК 4. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	Знает методы отбора проб различных природных и техногенных объектов; методы планирования и выполнения химико-аналитических исследований природных и техногенных объектов; как планировать и выполнять химико-аналитические исследования природных и техногенных объектов, методы представления результатов исследований.	Подготовка презентаций и докладов по методам пробоотбора, пробоподготовки и анализа объектов окружающей среды. Работа с нормативными документами, обобщение информации и представление ее в виде презентации и доклада.	При оценивании выступлений учитывается: подготовка презентации, содержательность доклада, ответы на вопросы по теме презентации, умение задавать вопросы и участвовать в дискуссии по предложенной теме.
		Умеет осуществлять контроль качества объектов окружающей среды современными методами анализа и контроль качества проводимых измерений; проводить метрологическую и статистическую обработку результатов химического анализа. Умеет использовать методы геохимических исследований; информацию о химическом составе структурных составляющих биосферы, геохимическими методами изучения окружающей среды; общими закономерностями распределения и особенности поведения химических элементов применительно к решению экологических проблем, связанных с химическим загрязнением биосферы.	Итоговое собеседование на зачете.	Показывает умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи ответ излагается литературным языком в научных терминах
3	ПК-5. Способен организовать работу малочисленного трудового коллектива по решению текущих задач	Знает нормативно-техническую документацию, принципы и методы организации работы в малых коллективах для решения конкретных исследовательских задач с соблюдением правил и норм техники безопасности и	Работа с нормативными документами (ГОСТ, РД, ПНД Ф). Отчет по внедрению методики с расчетом	Оформление полученных результатов в виде отчета.

	НИР и НИОКР с обеспечением безопасных условий работы	охраны труда, правил внутреннего распорядка.	метрологических характеристик.	
		Умеет планировать и организовывать работу малочисленного трудового коллектива для решения конкретных исследовательских задач с обеспечением соблюдения правил и норм техники безопасности и охраны труда, правил внутреннего трудового распорядка.	Подготовка презентаций и докладов по результатам исследований в группах, их защита.	Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Медведева, С. А. Физико-химические процессы в техносфере : учебно-практическое пособие / С. А. Медведева, С. С. Тимофеева. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 224 с. - ISBN 978-5-9729-0408-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1168644 (дата обращения: 5.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Топалова, О. В. Химия окружающей среды : учебное пособие / О. В. Топалова, Л. А. Пимнева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-1504-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/90852 (дата обращения: 5.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Егоров, В. В. Экологическая химия : учебное пособие / В. В. Егоров. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 184 с. — ISBN 978-5-8114-0897-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/90160 (дата обращения: 5.05.2020). — Режим доступа: для авториз. Пользователей

7.2 Дополнительная литература:

1.Алексеенко, В. А. Металлы в окружающей среде: оценка эколого-геохимических изменений : сборник задач / В. А. Алексеенко, А. В. Суворинов, Е. В. Власова ; под науч. ред. В. А. Алексеенко. - Москва : Логос, 2020. - 216 с. - ISBN 978-5-98704-574-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1212435 (дата обращения: 5.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Алексеенко, В. А. Химические элементы в городских почвах : монография / В. А. Алексеенко, А. В. Алексеенко. - Москва : Логос, 2020. - 312 с. - ISBN 978-5-98704-670-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1214479 (дата обращения: 5.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. Авиационная экология. Воздействие авиационных горюче-смазочных материалов на окружающую среду : учебное пособие / Л.С. Яновский, А.А. Харин, И.В. Шевченко, В.П. Дмитренко. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 180 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010830-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1144432 (дата обращения: 5.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

4. Гаев, А. Я. Фундаментальные и прикладные проблемы гидросферы. Часть 2. Экологические проблемы : учебное пособие / А. Я. Гаев, М. А. Тихоненко, Ю. А. Килин ; под общ. ред. А. Я. Гаева. - Москва : Университетская книга, Редакционно-издательский дом Российского нового университета, 2020. - 200 с. - ISBN 978-5-98699-289-1. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1214477 (дата обращения: 5.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

7.3 Интернет-ресурсы:

http://e-library.ru
http://e.lanbook.com
http://ximfak.ru/stroenie-veshhestva.html
http://biology.krc.karelia.ru/misc/hydro/
http://tech-biblio.ru/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=149&Itemid=310
http://nehudlit.ru/books/detail7514.html
http://web-local.rudn.ru/web-local/disc/disc_4328/
http://archive.neicon.ru/xmlui/ Архив научных журналов
http://diss.rsl.ru/ Электронная библиотека диссертаций РГБ

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. ProQuest Agricultural and Environmental Science Collection. ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России».

https://search.proquest.com/agricenvironm/index?_ga=2.92522845.150505985.1512556501-895488264.1510822050

2. American Chemical Society. ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». https://www.acs.org/content/acs/en.html

3. Cambridge University Press. ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». https://www.cambridge.org/core

4. Royal Society of Chemistry. «ФГБУ Государственная публичная научно-техническая библиотека России». https://pubs.rsc.org/

5. Журналы издательства Wiley. ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». https://onlinelibrary.wiley.com

6. Clarivate Analytics – Web of Science Core Collection. Государственная публичная научно-техническая библиотека России».

https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=C2ivzMxspGLnBiQvQWN&preferencesSaved=

7. Межвузовская электронная библиотека (МЭБ). https://icdlib.nspu.ru/

8. Национальная электронная библиотека. https://rusneb.ru/

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)*:*

- **Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:**

платформа для электронного обучения Microsoft Teams

- **Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:**

Использование типовых компьютерных программ (Excel, Word, PowerPoint) для решения вычислительных задач, составления отчетов и презентаций.

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и лабораторного типа, а также помещения для самостоятельной работы

Все лекции и семинарские занятия обеспечены мультимедийными презентациями и видеофильмами. Для чтения лекций и проведения семинарских занятий необходимо наличие аудиторий, оснащенных мультимедийной техникой (компьютер, проектор и др.).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

Лаборатория должна быть оборудована химическими и инструментальными методами (вытяжной шкаф, дистиллятор, лабораторная мебель, аналитические весы, электрические плитки,

наборы химической посуды, установки для титрования, иономеры, кондуктометры, фотоэлектроколориметры).

Оснащенность лабораторных помещений и условия работы в них обучающихся должны соответствовать требованиям техники безопасности по работе с химическими реактивами.

–

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной
работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова/
01 июня 2020 г.

ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Русейкина А.В. Термический анализ. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: Фундаментальная и прикладная химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Термический анализ [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Русейкина А.В., 2020.

1. Пояснительная записка

Термический анализ - метод физико-химического анализа, основанный на регистрации тепловых эффектов превращений, протекающих в исследуемом образце в условиях программированного воздействия температуры.

Основная цель курса – дать представление о термическом анализе, как современном высокочувствительном методе исследования конденсированных гомогенных и гетерогенных систем, позволяющим определять термодинамические параметры веществ, кинетические характеристики процессов в условиях линейного изменения температуры, осуществлять контроль качества, разработку новых материалов и исследование их свойств.

Конкретными задачами являются формирование у студентов системы знаний по основам термического анализа; приобретение практических навыков пробоподготовки поликристаллических образцов; ознакомление студентов с методикой работы на установках дифференциальном сканирующем калориметре Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600) и синхронном термическом анализаторе STA 449 F3 Jupiter; освоении программного обеспечения: Setsoft Software, Proteus-6 (используемого для обработки данных термического анализа); Edstate 2D (для построения солидусно-ликвидусной части фазовых диаграмм бинарных систем); получение знаний по интерпретации дифференциальных термических зависимостей различных образцов.

1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули) части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплина (модуль) по выбору.

Для изучения курса требуются предварительные знания по высшей математике, физике, физической химии.

Студент, приступающий к изучению курса «Термический анализ», должен

Знать: основные теоретические положения физической химии, строения вещества, правила техники безопасности в химической лаборатории.

Уметь: составлять отчеты по лабораторным работам, работать в Paint, обращаться с лабораторным оборудованием и реактивами.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)
ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает: правила проведения научно-исследовательских работ химического профиля
	Умеет: осуществлять на практике информационную, поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы
ПК-4. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	Знает: теоретические основы применения термического анализа для контроля качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, методики проведения дифференциальной сканирующей калориметрии при изучении образцов многокомпонентных систем
	Умеет: выполнять качественный анализ образцов природных и технических систем, составлять отчеты о выполненной работе по заданной форме
ПК-6. Способен организовывать материально-	Знает: виды термического оборудования и порядок работы на нем, методику качественного и количественного анализа образцов, получаемых в ходе НИР

техническое сопровождение НИР и НИОКР	Умеет: осуществлять работы по планированию ресурсного обеспечения проведения НИР и НИОКР, планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР и НИОКР

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		**Всего часов**	**Часов в семестре**
			8
Общая трудоемкость	**зач. ед.**	**4**	**4**
	час	**144**	**144**
Из них:			
Часы аудиторной работы (всего):		**90**	**90**
Лекции		30	30
Практические занятия		60	60
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося		**54**	**54**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Зачет

3. Система оценивания

3.1. Система оценивания 100-бальная. При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со следующей шкалой перевода:

– - от 0 до 60 баллов – «не зачтено».
– - от 61 до 100 баллов – «зачтено».
– Обучающиеся, не набравшие 61 балла, сдают зачет по дисциплине.

Зачёт проходит в виде собеседования по не менее трём вопросам из различных разделов курса. На подготовку ответов (письменной или устной форме) отводится не менее 45 минут.

Оценка «зачтено» выставляется в соответствии с критериями положительных оценок. Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который дает неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях; в ответе присутствует фрагментарность, нелогичность изложения; обучающийся не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины (модулей); отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения; речь неграмотная; дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины, либо обучающийся отказывается от ответа.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Развитие и терминология термического анализа. Виды термического анализа. Устройство термоанализаторов	30	4	4	0	0
2	Подбор оптимальных условий съемки.	28	2	8	0	0
3	Теория термического анализа. Математическое описание дифференциальной термической зависимости.	22	8	16	0	0
4	Калибровка термоанализаторов	10	4	4	0	0
5	Термографическая характеристика процессов	30	8	12	0	0
6	Современное оборудование и области применения термического анализа	24	4	16	0	0
	Итого (часов)	144	30	60	0	6*

** – учитывает контактную работу на консультации и зачете.*

4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

Тема 1. Развитие и терминология термического анализа. Виды термического анализа. Устройство термоанализаторов.

История становления и развития термического анализа. Пирометр Н.С. Курнакова. Терминология термического анализа, предложенная международной организацией по термическому анализу (ICTA). Формулировки основных понятий в термическом анализе. Виды термического анализа. Термогравиметрический анализ (ТГ). Термогравиметрия по производной (ДТГ). Дифференциальный термический анализ (ДТА). Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК). Сопряженный метод ДТА, ТГ. Дифференциальная калориметрия Кальве (ДКК). Синхронный термоанализ (СТА). Термоанализ с заданной скоростью процесса. Термомеханический анализ (ТМА). Динамический механический анализ (ДМА). Анализ выделенного газа (АВГ). Обнаружение выделенного газа (ОВГ). Термооптометрический анализ (ТОА). Диэлектрический термический анализ. Пиролитическая газовая хроматография. Термогазоволюмометрия. Термоэлектрометрия. Датчики температуры: объёмные, термоэлектрические преобразователи – термопары, термопреобразователи сопротивления, оптические. Устройство приборов Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600) и STA 449 F3 Jupiter: характеристики приборов, схемы термоанализаторов, электронные микровесы. Порядок работы на приборах Setsys Evolution 1750 и STA 449 F3 Jupiter: перед началом и после проведения эксперимента. Виды датчиков для дифференциального сканирующего калориметра Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600) и синхронного термического анализатора STA 449 F3 Jupiter: датчик ДСК, трёхпарный преобразователь ДТА, защищённый датчик ДТА, преобразователь ДТА из вольфрама.

Тема 2. Подбор оптимальных условий съемки.

Влияние различных факторов на температурные характеристики термических кривых: различие удельной теплопроводности образца и эталона, различие в теплоемкости образца и эталона, масса образца и его форма, скорость нагрева, примеси. Подбор оптимальных условий съемки - отбор и подготовка проб образцов, выбор: материала тигля, температурной программы и скорости нагрева, типа базовой линии, атмосферы печи (состав газовой среды и давление газа), подготовительные этапы съемки термических кривых.

Тема 3. Теория термического анализа. Математическое описание дифференциальной термической зависимости.

Виды записей термического анализа: простой термический анализ, дифференциальный термический анализ, комбинированная схема подключения прямой и дифференциальной термопар. Количественные определения из термических записей: длина горизонтального участка на температурной кривой (длительность процесса), высота пика, площадь пика, ассиметрия термического эффекта, температура. Определение схемы расположения термочувствительного элемента: в центре образца, на поверхности, за пределами образца. Квазистационарный участок кривой ДТА: простейшая модель термоаналитической ячейки, ячейка с одним теплоизоляционным слоем, универсальная модель термоаналитической ячейки. Участок кривой ДТА, соответствующий фазовому превращению. Уравнение движения фронта превращения. Аналитические решения уравнений теплообмена между исследуемым образцом и окружающей средой. Численные методы решения уравнений теплопередачи. Явления теплопереноса: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение. Математическая модель измерительной системы и протекающих в ней процессов: нулевое, первое, второе приближения. Ограничения, накладываемые на систему. Характеристики аномалий на температурных зависимостях, температура, площадь теплового эффекта. Ассиметрия измерительной системы. Деконволюция. Особенности передачи тепла при высоких температурах. Модули накопления и обработки данных программных комплексов термоанализаторов.

Тема 4. **Калибровка термоанализаторов**

Реперные вещества. Порядок калибровки приборов Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600) и STA 449 F3 Jupiter по температурам и теплотам фазовых превращений реперных веществ.

Тема 5. Термографическая характеристика процессов

Методика определения координат нонвариантных точек в бинарных системах построением треугольника Таммана по энтальпиям эвтектических, эвтектоидных, перитектических, перитектоидных фазовых превращений, Правило составления балансных уравнений эвтектических, перитектических, эвтек- и перитектоидных фазовых превращений в бинарных системах. Методика вычисления теплоты плавления тугоплавких соединений по теплоте плавления легкоплавкой эвтектики. Термографическая характеристика процессов фазовых превращений. Физические процессы (плавление, кипение, возгонка, испарение, полиморфные превращения, переход неравновесных форм в равновесные). Термографическая характеристика процессов фазовых превращений. Химические процессы (процессы дегидратации, соединения и обмена, изомеризация, коллоидно-химические процессы). Исследование фазовых превращений и термическая характеристика индивидуальных веществ. Термографический метод определения давления диссоциации. Термографический метод определения паров индивидуальных жидкостей, двойных смесей и водных растворов солей

Тема 6. Современное оборудование и области применения термического анализа

Современное оборудование ведущих мировых фирм для термического анализа: дифференциальный сканирующий калориметр (Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600) и STA 449 F3 Jupiter, программное обеспечение), термогравиметрический анализатор, термомеханический анализатор, динамический механический анализатор. Применение термического анализа: химическая, фармацевтическая, нефтехимическая, электронная, пищевая промышленность; анализ строительных, полимерных материалов, неорганических систем, в научных исследованиях.

Темы практических занятий

Практическое занятие № 1. "Техника безопасности при работе на термоанализаторах. Устройство термоанализаторов. Установка датчиков ДСК."

Цель: ознакомится с техникой безопасности при работе в лаборатории физико-химического анализа, а также с правилами техники безопасности и порядком работы на приборах Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600) и STA 449 F3 Jupiter, изучить устройство термоанализаторов, виды датчиков для дифференциальной сканирующей калориметрии, установить термопару в прибор.

Оборудование: приборы Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600) и STA 449 F3 Jupiter, термоаналитические датчики для дифференциальной сканирующей калориметрии с термопарами 50°C/800°C Chromel Constantan, 50°C/1500°C Pt/PtRh 10%, 150°C/1600°C Pt/PtRh 6%/ Pt/PtRh 30%, трёхпарный преобразователь ДТА, защищённый датчик ДТА, преобразователь ДТА из вольфрама WRe5%/ WRe26%.

Практическое занятие № 2-3. "Пробоподготовка поликристаллических образцов для термического анализа."

Цель: провести подготовку поликристаллических литых и спеченных образцов для термического анализа - загрузка в кварцевую ампулу и в алундовый тигель

Оборудование: поликристаллические образцы (простые и сложные сульфиды, минералы, металлы), тигли ДСК объемом 100 мкл из оксида алюминия, кварцевые ампулы, спирт, вата, алмазные надфили надфили (с плоской рабочей поверхностью), калька, ножницы, агатовая ступка, агатовый пестик, аналитические весы, лабораторные бюксы с пришлифованной крышкой, диагональные кусачки или бокорезы, штангенциркуль,бумага для принтеров формата А4.

Практическое занятие № 4. "Подготовка термоанализатора для термического анализа."

Цель: ознакомиться с правилами дегазации камеры с нагревательными элементами, научиться программировать термоанализатор в реальном времени, загружать образцы в термоанализатор.

Оборудование: поликристаллические образцы, тигли ДСК, прибор Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600), термоаналитический датчик для дифференциальной сканирующей калориметрии.

Практическое занятие №5. "Модуль накопления программного обеспечения Setsoft Software. "

Цель: ознакомиться с загрузкой программного обеспечения Setsoft Software (начало эксперимента и программирование в реальном времени: определение периода визуализации, выбор шкал времени, определение шкалы сигнала, выбор цвета и фона графиков), научиться составлять программы для термического анализа любых поликристаллических образцов, осуществлять подбор оптимальных условий съемки: материала тигля, температурной программы и скорости нагрева, типа базовой линии, атмосферы печи (состав газовой среды и давление газа) .

Оборудование: прибор Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600), программное обеспечения Setsoft Software.

Практическое занятие № 6. "Программное обеспечение Setsoft Software. Модуль обработки данных."

Цель: ознакомиться с модулем обработки данных термического анализа Setsoft Software.: (выбор эксперимента, выбор стандартной зоны и типа сигнала, выбор точек и обработка результатов с использованием функции интегрирования, комментарии на графике, свойства оси) и процессами, применяемые к зоне: вычитание базовой линии, функция сложения/вычитания, функция стеклования, коррекция наклона, интерполяция, функция сглаживания.

Оборудование: прибор Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600), программное обеспечения Setsoft Software.

Практическое занятие № 7. "Масштабирование термических зависимостей"

Цель: научиться приводить дифференциальные термические зависимости различных составов бинарных систем к одному масштабу.

Оборудование: прибор Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600), программное обеспечения Setsoft Software.

Практическое занятие № 8. "Калибровка прибора Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600)"

Цель: научиться калибровать прибор Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600) по реперным веществам золоту, серебру, свинцу, олову, алюминию, меди, палладия, платины, проводить коррекцию начальной температуры, определять поправочные коэффициенты температурной коррекции, строить кривую чувствительности, определять поправочные коэффициенты.

Оборудование: прибор Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600), программное обеспечения Setsoft Software, реперные вещества (золото, серебро, свинец, олово, алюминий, медь, палладий, платина)

Практическое занятие № 9. "Построение фазовых диаграмм бинарных систем по данным термического анализа."

Цель: построить по данным термического анализа солидусно-ликвидусной и субсолидусной частей любых бинарных систем.

Оборудование: прибор Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600), программное обеспечения Setsoft Software, термограммы.

Практическое занятие №10. "Установление закономерности изменения температур и теплот фазовых превращений"

Цель: определить теплоты фазовых превращений трисульфидов лантаноидов, меди и европия, установить закономерности изменения температур и теплот фазовых превращений сложных сульфидов в ряду редкоземельных элементов.

Оборудование: прибор Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600), программное обеспечения Setsoft Software, термограммы.

Практическое занятие № 11. "Построение треугольника Таммана"

Цель: построить по данным термического анализа треугольника Таммана, определить координаты нонвариантных точек, составить балансные уравнения фазовых превращений.

Оборудование: прибор Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600), программное обеспечения Setsoft Software, термограммы.

Практическое занятие № 12. "Proteus-6 модуль накопления."

Цель: ознакомиться с загрузкой программного обеспечения Proteus-6 (начало эксперимента и программирование в реальном времени: определение периода визуализации, выбор шкал времени, определение шкалы сигнала, выбор цвета и фона графиков), научиться составлять программы для термического анализа любых поликристаллических образцов. Осуществлять подбор оптимальных условий съемки: материала тигля, температурной программы и скорости нагрева, типа базовой линии, атмосферы печи (состав газовой среды и давление газа) для образцов природных или технических систем.

Оборудование: прибор STA 449 F3 Jupiter и программное обеспечение Proteus-6.

Практическое занятие № 13. "Программное обеспечение Proteus-6. Модуль обработки данных."

Цель: ознакомиться с обработкой результатов термического анализа Proteus-6 (выбор эксперимента, выбор стандартной зоны и типа сигнала, выбор точек и обработка результатов с использованием функции интегрирования, комментарии на графике, свойства оси), с процессами, применяемые к зоне: вычитание базовой линии, функция сложения/вычитания, функция стеклования, коррекция наклона, интерполяция, функция сглаживания. Оборудование: прибор STA 449 F3 Jupiter и программное обеспечение Proteus-6.

Практическое занятие № 14-15. "Определение способа расположения термочувствительного элемента в термоанализаторе Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600). "

Цель: определить способ расположения термочувствительного элемента в термоанализаторе Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600).

Оборудование: прибор Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600), программное обеспечения Setsoft Software, термограммы.

Вопросы к защитам практических работ

Предусмотрено выполнение 15 практических работ:

Практическая работа № 1: Техника безопасности при работе на термоанализаторах. Устройство термоанализаторов. Установка датчиков ДСК.

1 Техника безопасности при работе в лаборатории физико-химического анализа.

2. Техника безопасности и порядок работы на приборе Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600)

3. Техника безопасности и порядок работы на приборе STA 449 F3 Jupiter.

4. Устройство термоанализатора Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600)

5. Устройство термоанализатора STA 449 F3 Jupiter.

6. Виды датчиков для дифференциальной сканирующей калориметрии (термоаналитические датчики ДСК с термопарами 50°C/800°C Chromel Constantan, 50°C/1500°C Pt/PtRh 10%, 150°C/1600°C Pt/PtRh 6%/ Pt/PtRh 30%, трёхпарный преобразователь ДТА, защищённый датчик ДТА, преобразователь ДТА из вольфрама WRe5%/ WRe26%).

7. Порядок установки термопар в прибор.

Практические работы № 2-3: Пробоподготовка поликристаллических образцов для термического анализа.

1. Этапы пробоподготовки поликристаллических образцов литых и спеченных образцов для загрузки в кварцевую ампулу.
2. Этапы пробоподготовки поликристаллических образцов литых и спеченных образцов для загрузки в открытый тигель.
3. Этапы пробоподготовки поршкообразных поликристаллических образцов

Практическая работа № 4: Подготовка термоанализатора для термического анализа

1. Правила дегазации камеры с нагревательными элементами.
2. Правила программирования термоанализатора в реальном времени.
3. Правила загрузки образцов в термоанализатор.

Практическая работа № 5: Модуль накопления программного обеспечения Setsoft Software.

1. Начало эксперимента и программирование в реальном времени: определение периода визуализации, выбор шкал времени, определение шкалы сигнала, выбор цвета и фона графиков.
2. Составление программы для термического анализа любых поликристаллических образцов.
3. Подбор оптимальных условий съемки: материала тигля, температурной программы и скорости нагрева для образцов природных или технических систем.
4. Влияние различных факторов на температурные характеристики термических кривых: различие удельной теплопроводности образца и эталона, различие в теплоемкости образца и эталона, масса образца и его форма, скорость нагрева, примеси.

Практическая работа № 6: Программное обеспечение Setsoft Software. Модуль обработки данных.

1. Этапы обработки результатов термического анализа Setsoft Software.
2. Как произвести выбор эксперимента, выбор стандартной зоны и типа сигнала, выбор точек и обработку результатов с использованием функции интегрирования, сделать комментарии на графике, свойства оси.
3. Применить к зоне: вычитание базовой линии, функцию сложения/вычитания, функцию стеклования, коррекцию наклона, интерполяцию, функцию сглаживания.
4. Обработать дифференциальные термические зависимости с использованием 5 способов ограничения площади пика, а так же термогравиметрические зависимости ,значения потери массы массы представляют в % и в мг. Охарактеризовать природу наблюдаемых тепловых эффектов.

Практическая работа № 7: Масштабирование термических зависимостей

1. Этапы масштабирования дифференциальных термических зависимостей различных составов бинарных систем в программном обеспечении Setsoft Software
2. Этапы масштабирования дифференциальных термических зависимостей различных составов бинарных систем в программном обеспечении Proteus-6

Практическая работа № 8: Калибровка прибора Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600)

1. Этапы калибровки прибора Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600) по реперным веществам золоту, серебру, свинцу, олову, алюминию, меди, палладия, платины.
2. Коррекция начальной температуры. Определение поправочных коэффициентов температурной коррекции.
3. Построение кривую чвствительности. Определение поправочных коэффициентов.

Практическая работа № 9: Построение фазовых диаграмм бинарных систем по данным термического анализа.

1. Построение по данным термического анализа солидусно-ликвидусной и субсолидусной частей эвтектических бинарных систем. Охарактеризовать изменение вида термических зависимостей по мере смещения по составу в бинарной системе.
2. Построение по данным термического анализа солидусно-ликвидусной и субсолидусной частей квазибинарных систем с инконгруэнтно плавящимся

соединением. Охарактеризовать изменение вида термических зависимостей по мере смещения по составу в бинарной системе.

3. Построение по данным термического анализа солидусно-ликвидусной и субсолидусной частей бинарных систем с конгруэнтно плавящимся соединением. Охарактеризовать изменение вида термических зависимостей по мере смещения по составу в бинарной системе.

Практическая работа № 10: Установление закономерности изменения температур и теплот фазовых превращений

1. Определение теплот фазовых превращений трисульфидов лантаноидов, меди и европия по кривой нагревания и кривой охлаждения.
2. Эффект переохлаждения.
3. Построение зависимости изменения температур и теплот фазовых превращений сложных сульфидов в ряду редкоземельных элементов от радиуса лантаноида в программе Edstadte 2D.

Практическая работа № 11: Построение треугольника Таммана

1. Методика определения координат нонвариантных точек в бинарных системах построением треугольника Таммана по энтальпиям эвтектических, эвтектоидных, перитектических, перитектоидных фазовых превращений.
2. Правило составления балансных уравнений эвтектических, перитектических, эвтек- и перитектоидных фазовых превращений в бинарных системах.
3. Методика вычисления теплоты плавления тугоплавких соединений по теплоте плавления легкоплавкой эвтектики.

Практическая работа № 12-13: Программное обеспечение Proteus-6 (модуль накопления и модуль обработки данных).

1. Начало эксперимента и программирование в реальном времени: определение периода визуализации, выбор шкал времени, определение шкалы сигнала, выбор цвета и фона графиков.
2. Этапы составление программы для термического анализа любых поликристаллических образцов.
3. Подбор оптимальных условий съемки: материала тигля, температурной программы и скорости нагрева, типа базовой линии, атмосферы печи (состав газовой среды и давление газа) образцов природных или технических систем.
4. Этапы обработки результатов термического анализа Proteus-6
5. Как произвести выбор эксперимента, выбор стандартной зоны и типа сигнала, выбор точек и обработку результатов с использованием функции интегрирования, сделать комментарии на графике, свойства оси.
6. Обработать дифференциальные термические зависимости с использованием различных способов ограничения площади пика, а так же термогравиметрические зависимости, значения потери массы массы представляют в % и в мг. Охарактеризовать природу наблюдаемых тепловых эффектов.

Практическая работа № 14-15: Определение способа расположения термочувствительного элемента в термоанализаторе

1. Методика определения схемы расположения термочувствительного элемента: в центре образца, на поверхности, за пределами образца.
2. Количественные определения из термических записей: длина горизонтального участка на температурной кривой (длительность процесса), высота пика, площадь пика, ассиметрия термического эффекта, температура.
3. Подбор оптимальных условий съемки - выбор типа базовой линии, атмосферы печи (состав газовой среды и давление газа), подготовительные этапы съемки термических кривых.
4. Решить контрольную работу по дисциплине Термический анализ.

Примерный вариант контрольной работы

1. Виды термического анализа. Температурные диапазоны использования термоаналитических методов.
2. Определить по дифференциальным термическим зависимостям образцов 4-60 мол. % EuS системы Cu_2S-EuS температуры (рис.), энтальпии тепловых эффектов моно- и нонвариантных фазовых превращений (программное обеспечение Setsoft 2000).

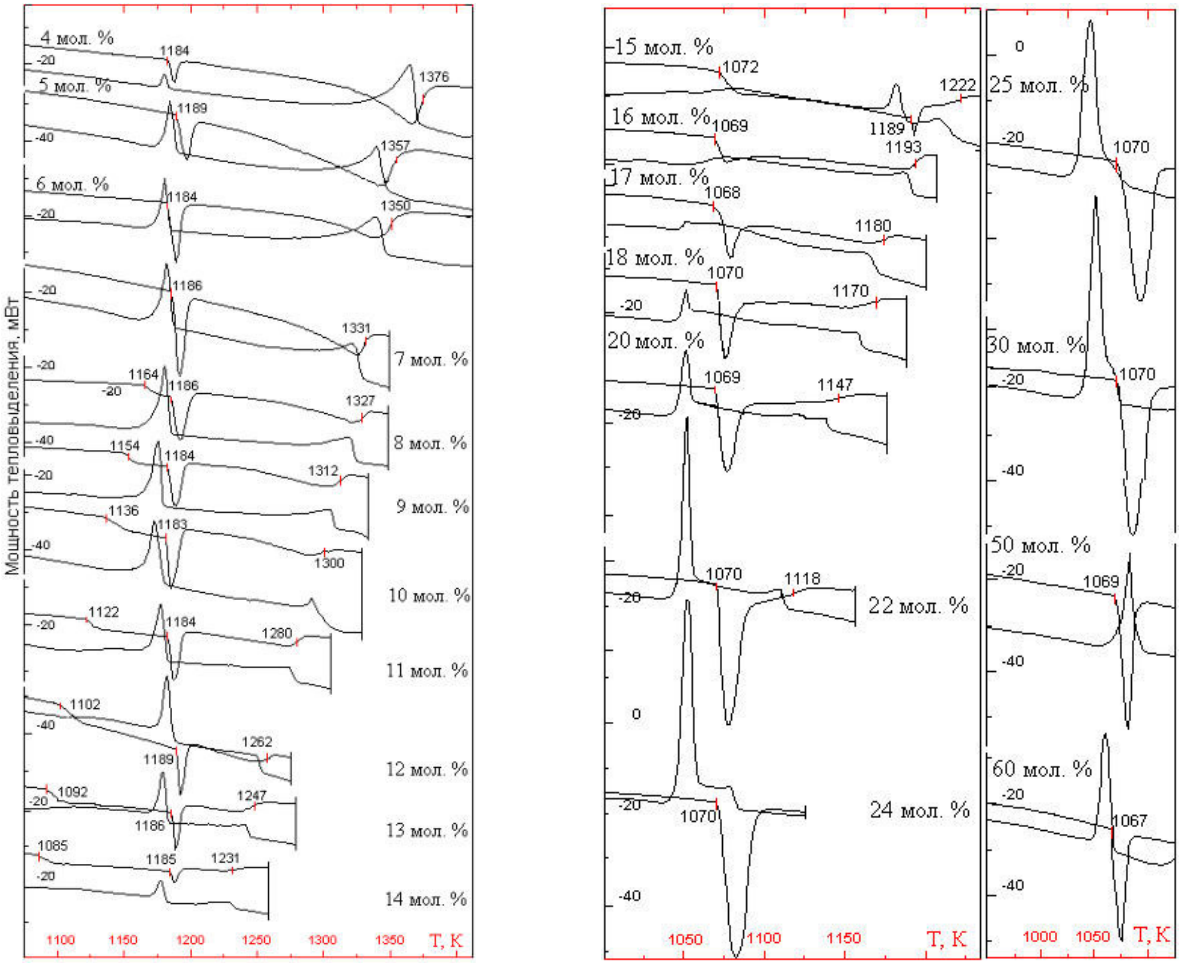


Рис. Дифференциальные термические зависимости для проб образцов системы Cu_2S–EuS.

3. Виды термического анализа. Температурные диапазоны использования термоаналитических методов.
4. Виды датчиков температуры: оптические, термопреобразователи сопротивления.
5. Виды датчиков для дифференциального сканирующего калориметра Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600) и синхронного термического анализатора STA 449 F3 Jupiter, условия их использования

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	Развитие и терминология термического анализа. Виды термического анализа. Устройство термоанализаторов	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по практическим работам
2	Подбор оптимальных условий съемки**.**	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по практическим работам
3	Теория термического анализа. Математическое описание дифференциальной термической зависимости.	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по практическим работам
4	Калибровка термоанализаторов	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по практическим работам
5	Термографическая характеристика процессов	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по практическим работам
6	Современное оборудование и области применения термического анализа	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по практическим работам.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Обучающиеся, не набравшие 61 балла, сдают зачет по дисциплине.

Зачет проходит в виде собеседования по вопросам из различных разделов курса. На подготовку ответов (письменной или устной форме) отводится не менее 45 минут.

Оценка «зачтено» выставляется в соответствии с критериями положительных оценок.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который дает неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях; в ответе присутствует фрагментарность, нелогичность изложения; обучающийся не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины (модулей); отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения; речь неграмотная; дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины, либо обучающийся отказывается от ответа.

Перечень вопросов к зачету

1. История становления и развития термического анализа.
2. Терминология термического анализа.
3. Виды термического анализа: термогравиметрия, термогравиметрия по производной, дифференциальный термический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия, синхронный термоанализ.

4. Виды термического анализа: термомеханический анализ, динамический механический анализ, анализ выделенного газа, обнаружение выделенного газа, Термоанализ с заданной скоростью процесса.
5. Виды термического анализа: термооптометрический анализ или термооптический анализ, дифференциальная калориметрия Кальве, диэлектрический термический анализ.
6. Виды датчиков температуры: объёмные, оптические, термопары, термопреобразователи сопротивления.
7. Виды датчиков для дифференциального сканирующего калориметра Setsys Evolution 1750 (TGA–DSC 1600) и синхронного термического анализатора STA 449 F3 Jupiter
8. Принцип действие и устройство системы ДСК.
9. Правила техники безопасности при работе на приборах Setsys Evolution 1750 и STA 449 F3 Jupiter
10. Порядок работы на приборах Setsys Evolution 1750 и STA 449 F3 Jupiter
11. Количественные определения из термических записей
12. Виды записей термического анализа: простой термический анализ, дифференциальный термический анализ, комбинированная схема подключения прямой и дифференциальной термопар
13. Факторы, влияющие на температурные характеристики термических кривых
14. Методика калибровки приборов по температурам и теплотам фазовых превращений реперных веществ.
15. Выбор типа базовой линии.
16. Методика подбора оптимальных условий съемки
17. Методика определения схемы расположения термочувствительного элемента
18. Модели термоаналитической ячейки: простейшая, промежуточная, универсальная.
19. Уравнение движения фронта превращения.
20. Аналитические решения уравнений теплообмена между исследуемым образцом и окружающей средой.
21. Численные методы решения уравнений теплопередачи.
22. Методика определения теплот фазовых превращений.
23. Методика построения треугольника Таммана с использованием теплот фазовых превращений.
24. Правило составления балансных уравнений фазовых превращений в бинарных системах.
25. Области применения термического анализа.
26. Дифференциальные сканирующие калориметры, термогравиметрические анализаторы фирм Netzsch, SETARAM Instrumentation, TA Instruments, Mettler Toledo
27. Термомеханический анализаторы, динамические механические анализаторы фирм Netzsch, SETARAM Instrumentation, TA Instruments, Mettler Toledo.
28. Особенности передачи тепла при высоких температурах
29. Температурные программы: линейное нагревание/ охлаждение с заданной скоростью; термодулированный режим; комбинация различных температурных сегментов.
30. Типы весов: механические рычажные весы, термовесы Кана, электронные весы с тензометрическим датчиком.
31. Материалы для изготовления тиглей.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает: правила проведения научно-исследовательских работ химического профиля. Умеет: осуществлять на практике информационную, поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы.	Отчеты по практическим работам, контрольная работа, зачет	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
2.	ПК-4. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции.	Знает: теоретические основы применения термического анализа для контроля качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, методики проведения дифференциальной сканирующей калориметрии при изучении образцо многокомпонентных систем. Умеет: выполнять качественный анализ образцов природных и технических систем, составлять отчеты о выполненной работе по заданной форме.	Отчеты по практическим работам, зачет	
3.	ПК-6. Способен организовывать материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР.	Знает: виды термического оборудования и порядок работы на нем, методику качественного и количественного анализа образцов, получаемых в ходе НИР. Умеет: осуществлять работы по планированию ресурсного обеспечения проведения НИР и НИОКР, планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР и НИОКР.	Отчеты по практическим работам, зачет	

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Андреев, О. В. Термический анализ : учебное пособие / О. В. Андреев Тюмень : Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2008 168 с. ; 20 см (Приоритетные национальные проекты : Образование) Библиогр. : с. 165 - 167

7.2 Дополнительная литература:

1. Ровкина, Н. М. Химия и технология полимеров. Исходные реагенты для получения полимеров и испытание полимерных материалов. Лабораторный практикум : учебное пособие / Н. М. Ровкина, А. А. Ляпков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-3746-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/131014 (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Методы исследования полимерных систем: учебное пособие / С. А. Вшивков, А. П. Сафронов, Е. В. Русинова, Л. В. Адамова. — Екатеринбург : УрФУ, 2016. — 232 с. — ISBN 978-5-7996-1746-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/98433 (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Интернет-ресурсы:

1. https://znanium.com/
2. https://e.lanbook.com/
3. https://library.utmn.ru/

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. American Chemical Society/ ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: https://www.acs.org/content/acs/en.html
2. Cambridge University Press/ ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: https://www.cambridge.org/core

3. Royal Society of Chemistry/ ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: https://pubs.rsc.org/

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:

платформа для электронного обучения Microsoft Teams;

офисное ПО: операционная система MS Windows, офисный пакет MS Office.

Свободно распространяемые ПО, в том числе отечественного производства:

FAR Manager.

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Все лекции обеспечены мультимедийными презентациями. Для чтения лекций и проведения практических занятий необходимо наличие аудиторий, оснащенных мультимедийным проекционным и акустическим оборудованием.

Для ознакомления с приборной базой для термического анализа необходимо оборудование: микроскоп исследовательский; прибор синхронного термического анализа STA 449 F3 Jupiter; термоанализатор "Setsys Evolution", ПК рабочая станция СКАТ в сборе: системный блок в комплекте с монитором.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной работе Института химии
_____Т.М. Бурханова
01 июня 2020 г.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Монина Л.Н. Физико-химический анализ. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Физико-химический анализ [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Монина Л.Н., 2020.

1. Пояснительная записка

Основной материал курса посвящен различным типам двухкомпонентных систем и классическим методам физико-химического анализа (ФХА) – микроструктурному, рентгенофазовому, дюрометрическому и термическому анализам. Физико-химический анализ широко используется в научно-аналитических лабораториях, поэтому полученные знания и умения помогут в профессиональной деятельности выпускника. Выполнение многих выпускных квалификационных работ бакалавров также связано с физико-химическим анализом двух- и трехкомпонентных систем. Приобретение навыков при описании результатов ФХА и фазовых диаграмм позволит более качественно и внимательно подойти к проведению научно-исследовательской и выпускной квалификационной работ. Лабораторный практикум по дисциплине позволит приобрести важнейшие навыки при работе с твердыми кристаллическими объектами, при пробоподготовке, выполнении анализов, обработке экспериментальных данных. Дисциплина преподается в течение одного семестра.

Цель дисциплины:

- сформировать комплексное представление о физико-химическом анализе при изучении конденсированных систем.

Задачи дисциплины:

- дать представление о многообразии типов взаимодействия в химических системах, возможностях методов физико-химического анализа при изучении фазовых равновесий и построении фазовых диаграмм;
- выработка навыков при описании процессов, происходящих в системах при изменении условий и факторов равновесия;
- научиться объяснять экспериментальные данные физико-химического анализа, используя специальную терминологию;
- приобретение навыков сопоставления полученных результатов различных методов и проведения комплексного обобщения при построении диаграмм «состав-свойство»;
- приобретение навыков экспериментальной работы.

1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули) части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплина (модуль) по выбору. Преподается в 8 семестре.

Содержание курса базируется на знаниях, приобретённых при изучении обязательных химических дисциплин (неорганическая и физическая химии, кристаллохимия, физические методы исследования), а также на практических умениях, полученных при выполнении заданий научного семинара, приобретенных при прохождении ознакомительной (1 курс) и технологической (6 семестр) практик (если работы были связаны с физико-химическим анализом неорганических систем). Дисциплина «Физико-химический анализ» логически связана и взаимодополняется дисциплинами учебного плана «Рентгенофазовый анализ природных и технических систем», «Термический анализ», «Структура неорганических соединений».

Материал, рассматриваемый в курсе, является основным при выполнении выпускной квалификационной работы, связанной с физико-химическим анализом неорганических систем.

В начале изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные понятия и термины, характеризующие кристаллическое состояние вещества, физические свойства кристаллических тел («Неорганическая химия», «Физическая химия», «Кристаллохимия»);
- основные определения, используемые в ФХА: фаза, компонент, диаграмма состояния, ликвидус, солидус, эвтектика и др. («Неорганическая химия», «Физическая химия»);

- основные понятия кристаллохимии: кристаллическая структура, элементарная ячейка, решетки Бравэ, сингония, структурный тип, плоскости решетки, понятие о дифракционном методе исследования кристаллической структуры («Кристаллохимия», «Физические методы исследования»);

уметь:

- использовать понятийный аппарат химических наук при коммуникациях между студентами и с преподавателем.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)
ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает основные этапы и способы пробоподготовки для различных методов ФХА; основные графические зависимости, используемые при изучении кристаллических природных/технических систем (например, состав-температура, состав-микротвердость, состав-параметр элементарной ячейки фаз); алгоритм действия при комплексном исследовании различных кристаллических объектов; возможности и ограничения методов ФХА
	Умеет осуществлять выбор методики пробоподготовки для различных методов физико-химического анализа и различных объектов; проводить эксперимент по изучению фазового состава кристаллического объекта (соединений, смеси, системы) под началом специалиста более высокой квалификации, используя стандартные методики выполнения; оценивать результаты методов ФХА и комплексно подходить к исследованию фазовых равновесий в конденсированных системах
ПК-2 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает основные источники информации по физико-химическому анализу кристаллических объектов и систем; основные научно-информационные сервисы и порталы по поиску информации по методам ФХА; зарубежные платформы по поиску информации по методам ФХА; научно-исследовательские центры, работающие в области ФХА
	Умеет проводить выборку теоретических основ методов ФХА; интерпретировать экспериментальные данные методов ФХА; работать в наукометрических базах WoS, Scopus, e-library и осуществлять поиск информации по использованию методов ФХА в научно-аналитических целях; проводить критический анализ отобранной информации; готовить единый информационный материал, итогового отчет, используя данные, полученные из различных источников
ПК-4 Способен осуществлять	Знает основные методики проведения ФХА аморфных и кристаллических объектов;

контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	оборудование (марки, типы, производители), на котором можно провести исследование кристаллических объектов методами ФХА; трудности в постановке и обработки эксперимента при исследовании объектов методами ФХА
	Умеет проводить расшифровку экспериментальных данных, используя наборы справочных стандартов готовить отчет о результатах проведения анализов на фазовый состав исследуемого объекта; сопоставлять результаты нескольких методов ФХА

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		**Всего часов** (академические часы	**Часов в семестре** (академические часы
			8
Общая трудоемкость	**зач. ед.**	**4**	**4**
	час	**144**	**144**
Из них:			
Часы аудиторной работы (всего):		90	90
Лекции		30	30
Практические занятия		60	60
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося		**54**	**54**
Вид промежуточной аттестации			зачет

3. Система оценивания

3.1. Оценивание обучающихся в течение семестра осуществляется на основе балльно-рейтинговой системы. Баллы начисляются студентам за следующие активности (баллы приведены с учетом всех занятий):

1) работа на лекционных занятиях (письменная работа) – 0-16 баллов;
2) тесты на лекционных занятиях 0-6 б;
3) практические задания на лабораторных занятиях – 0-24 б.;
4) подготовка отчетов по лабораторным работам - 0-14 б.;
5) защита отчетов по лабораторным работам - 0-22 б.;
6) выполнение лабораторных работ – 0-18 б.;

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основы физико-химического анализа	12	4	0	4	0
2.	Фазовая диаграмма как геометрический образ взаимодействия	34	8	0	12	0
3.	Микроструктурный анализ	20	4	0	8	0
4.	Дюрометрический анализ	18	2	0	8	0
5.	Рентгенофазовый анализ	18	4	0	8	0
6.	Термический анализ	14	4	0	8	0
7.	Трехкомпонентные системы	12	2	0	4	0
8.	Комплексный подход при изучении фазовых равновесий	16	2	0	8	0
	Консультации и зачет	0	0	0	0	6
	Итого (часов)	**144**	**30**	**0**	**60**	**6***

** – учитывает контактную работу на консультации и зачете.*

4.2. Содержание дисциплины по темам

1. Основы физико-химического анализа

Основные понятиями физико-химического анализа: фаза, компонент системы, система, равновесие, степень свободы, химическое соединение, полиморфизм, твердые растворы, фазовая диаграмма. Исторический обзор становления ФХА. В чем суть физико-химический подхода к изучению химических систем? Зависимости «состав-свойство», «состав-температура», физические свойства системы и их изменения в системах.

2. Фазовая диаграмма как геометрический образ взаимодействия

Типы взаимодействий в системах. Фазовая диаграмма. Типы фазовых превращений. Типы фазовых диаграмм по Розебому. Диаграммы с полиморфными превращениями компонентов и с образованием химических соединений. Практическое значение изучения фазовых равновесий и построения фазовых диаграмм. Фазовые диаграммы с образованием химических соединений. Бертоллиды и дальтониды. Сингулярность.

3. Микроструктурный анализ

Микроскопические методы анализа. Возможности и ограничения метода микроструктурного анализа (МСА). Пробоподготовка образцов для анализа. Травление образцов. Микроструктурный анализ систем различного типа взаимодействия исходных компонентов. Порядок кристаллизации фаз из расплава.

4. Дюрометрический анализ

Твердость и микротвердость. Методы определения микротвердости. Индентор. Отпечаток. Критерии равновесности образца. Зависимости "Состав - микротвердость" для диаграмм различного типа взаимодействия.

5. Рентгенофазовый анализ

Рентгенофазовый анализ как метод физико-химического анализа. Зависимости "состав - параметр элементарной ячейки". Закон Вегарда. Качественный рентгенофазовый анализ и тип фазовых равновесий. Твердые растворы.

6. Термический анализ

Термический анализ как метод физико-химического анализа. Термические зависимости, построение линий фазовой диаграммы. Треугольник Таммана. Термохимические балансные уравнения.

7. Трехкомпонентные системы

Треугольник Гиббса. Определение состава фигуративной точки. Квазибинарные разрезы, коноды, поля кристаллизации фаз.

8. Комплексный подход при изучении фазовых равновесий

Сопоставление и оценка результатов методов ФХА, их согласование. Построение фазовой диаграммы как результат анализа графических зависимостей.

Тематика лабораторных работ

1. Оборудование и пробоподготовка в физико-химическом анализе.
2. Получение сплавов.
3. Микроструктурный анализ. Пробоподготовка образцов.
4. Изучение микроструктуры сплавов систем различного типа.
5. Дюрометрический анализ.
6. Рентгенофазовый анализ. Пробоподготовка образцов. Съемка образцов.
7. Обработка данных дифрактометрического анализа. Дифрактограммы одно-, двух- и многофазных природных объектов.
6. Термический анализ. Пробоподготовка образцов. Съемка образцов.
7. Обработка данных термического анализа.
8. Сопоставление методов физико-химического анализа при построении фазовых диаграмм и изучении фазовых равновесий в двух- и трехкомпонентных системах.

Вопросы к защитам лабораторных работ:

По теме «Получение сплавов»

Фазовая диаграмма, основные понятия физико-химического анализа. Бертоллиды и дальтониды. Твердые растворы, полиморфизм. Разнообразие типов фазовых диаграмм. Классификация Розебома. Правило рычага. Выбор составов сплавов для изучения. Подготовка шихты. Сплавление и спекание образцов. Подбор условий для получения сплавов. Отжиг образцов. Выбор температурных и временных условий. Достижение состояния равновесия. Закалка.

По теме «Микроструктурный анализ»

Микроструктурный анализ. Задачи метода. Теоретическая основа. Порядок кристаллизации фаз из расплава. Одно-, двух-, трехфазные образцы. Пробоподготовка образцов для анализа. Травление. Типы травителей. Отражение света от поверхности образца. Оптические микроскопы. Отличие микроструктуры сплавов различного типа взаимодействия компонентов. Микроструктура эвтектики, твердых растворов, химических соединений, перитектики. Микроструктурный анализ в системах с расслаиванием в жидкой фазе.

Микроструктурный анализ минералов. Обзор работ (3-4 статьи) по микроструктурному анализу.

По теме «Микроструктурный анализ»

Дюрометрический анализ сплавов. Основа методов. Зависимости «состав-микротвердость» для систем различного типа взаимодействия.

По теме «Рентгенофазовый анализ»

Кристаллическое состояние твердого тела. Монокристалл, поликристалл, аморфное твердое тело. Основные типы структур, характерные для различных классов неорганических веществ. Структура металлов, металлических сплавов. Изменение параметра элементарной ячейки в области гомогенности. Закон Вегарда. Отклонения от закона. Рентгенофазовый анализ. Сущность метода. Возникновение рентгеновского излучения. Рентгеновские трубки. Аппаратура, основные узлы дифрактометров. Пробоподготовка, возможности и ограничения метода. Картотека дифрактометрических данных. Обработка экспериментальных результатов. Подбор условий съемки дифрактограмм. Особенности рентгенофазового анализа и пробоподготовки к нему глинистых минералов. Построение зависимостей «состав –параметр элементарной ячейки фаз» для различного типа взаимодействия компонентов в системе. Обзор работ (3-4 статьи) по рентгенофазовому анализу.

По теме «Термический анализ»

Расчет фазовых диаграмм. Расчет координат эвтектической точки, положения ликвидуса. Уравнение Шредера и Ван-Лаара. Теоретическая основа термического анализа. Линии охлаждения и нагрева. Тепловой эффект нонвариантных и моновариантных процессов. Площадь теплового эффекта. Термический анализ как метод построения фазовых диаграмм. Линии на фазовых диаграммах. Пробоподготовка и условия съемки образцов. Термопары. Ампулы. Термический анализ карбонатных и глинистых минералов, примеры термических кривых. Обзор работ (3-4 статьи) по термическому анализу.

Оформление отчета по лабораторной работе

Структура отчета по лабораторной работе:

- Номер и название лабораторной работы,
- Цель работы,
- Задачи работы,
- Краткая теория,
- Ход работы,
- Результаты,
- Выводы.

Отчеты строго индивидуальные. Оформляются в рукописном или в печатном виде.

Примеры лекционных тестовых заданий

Тест №1

1. Физико-химический анализ:
1. Раздел общей химии
2. Объектом ФХА являются только неорганические соединения и системы
3. Сформировался к середине 19 в.
4. Изучение взаимосвязи состава, строения и свойств химических соединений/систем
5. Определение условий получения химических соединений с заданными свойствами
6. Графическое построение зависимостей «состав-свойство»
7. Характерен комплексный подход
2. Параметры состояния системы:
1. Термодинамические свойства системы
2. Характеризуют макроскопическое состояние системы
3. Зависят от размеров системы и количества вещества
4. Плотность

5. Внутренняя энергия

3. Степень свободы равна нулю:

1. В точке плавления чистого компонента

2. На линии солидус

3. На эвтектической горизонтали

4. На линии эвтектики

5. При соотношении 1:1 в двухкомпонентной системе

6. В двухкомпонентной системе простого эвтектического типа – только в точке эвтектики

7. Не реализуется в системах с числом компонентов 3 и более

4. Фазовая диаграмма:

1. Изотермическая зависимость

2. $(T\text{-}x)_p$

3. $(P\text{-}x)_T$

4. P-T-x диаграмма

5. Комплекс линий, поверхностей и точек

6. Не является зависимостью «состав-свойство»

5. Ликвация:

1. Явление, характеризующее равновесное состояние

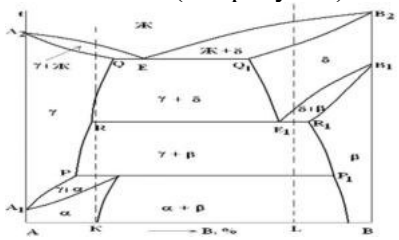
2. Явление, характеризующее неравновесное состояние

3. Явление, характеризующее гетерогенное состояние сплава

4. Технологический брак, влияющий на качество сплава

5. Явление, наблюдающееся в гомогенных сплавах, играющее положительную роль при получении сплава

6. В системе (см. рисунок)



имеют место следующие превращение:

1. Полиморфизм исходных компонентов

2. Изоморфизм компонентов A и B

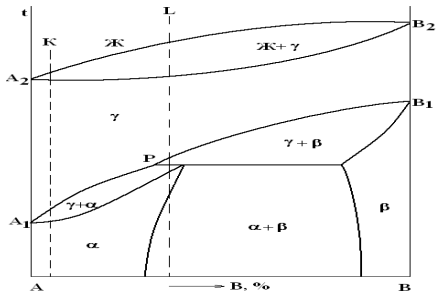
3. Перитектическое взаимодействие

4. Перитектоидное взаимодействие

5. Эвтектоидное фазовое взаимодействие

6. Эвтектическое взаимодействие

7. Выберите правильные утверждения для фазовой диаграммы



1. Диаграмма состояния с полиморфизмом исходных компонентов

2. Диаграмма типа I Розебома с перитектоидным распадом в твердом состоянии;

3. Диаграмма IV типа по Розебому с образованием неограниченной области растворимости в твердом и жидком состоянии

4. Диаграмма состояния с полиморфизмом исходных компонентов и перитектоидным распадом твердого раствора

5. Диаграмма I типа по Розебому с распадом в твердом состоянии вследствие полиморфного превращения компонента А

6. Диаграмма типа I Розебома с эвтектоидным распадом в твердом состоянии

7. Диаграмма перитектического типа с образование неограниченной области твердого раствора между высокотемпературными модификациями компонентов

8. Диаграмма перитектоидного типа взаимодействия низкотемпературных модификаций исходных компонентов и с образование неограниченной области твердого раствора между высокотемпературными модификациями исходных компонентов

Тест №2

1. Химические соединения могут:

1. Плавиться при строго определенной температуре

2. Перитектически разлагаться с образованием двух твердых фаз

3. Перитектически разлагаться с образованием смеси твердой и жидкой фаз

4. Конгруэнтно разлагаться с образованием смеси твердой и жидкой фаз

5. Конгруэнтно плавиться с образованием смеси твердой и жидкой фаз

2. Скрытый максимум плавления химического соединения может наблюдаться в системах с образованием:

1. Инконгруэнтно плавящегося соединения

2. Перитектически разлагающегося соединения

3. Твердофазно разлагающегося соединения

4. Конгруэнтно плавящегося соединения

5. Частично диссоциированного соединения

6. Не диссоциирующего соединения

3. Дальтонид:

1. Понятие введенное Дж. Дальтоном для обозначения химических соединений, подчиняющихся закону кратных отношений

2. Понятие введенное Н.С. Курнаковым в честь Дж. Дальтона для обозначения фаз постоянного состава

3. Фаза переменного состава

4. Характеризуется наличием дальтоновской точки

5. Характеризуется наличием сингулярной точки

6. Всегда плавится конгруэнтно

7. Не образует областей гомогенности с другими фазами

4. Бертоллид:

1. Понятие введенное К.Л. Бертолле для обозначения химических соединений, не подчиняющихся закону кратных отношений

2. Понятие введенное Н.С. Курнаковым в честь К.Л. Бертолле для обозначения фаз переменного состава

3. Нестехиометричное соединение

4. Характеризуется наличием бертоллидной точки на зависимостях «состав-свойство»

5. Характеризуется наличием полого максимума и отсутствием сингулярной точки

6. Имеет произвольный характер плавления/разложения

7. Всегда находится в виде областей гомогенности

5. Твердый раствор:

1. Фаза переменного состава

2. Фаза постоянного состава

3. На зависимостях «состав-свойство» имеется сингулярная точка в области твердого раствора

4. Зависимости «состав-свойство» носят монотонный характер в области твердого раствора

5. Температура плавления твердого раствора определяется температурой плавления компонента-растворителя

6. Температура плавления твердого раствора монотонной изменяется с изменением состава

Примеры практических заданий к лабораторным работам

Задания выполняются студентами на лабораторном занятии письменно. Студентам выдаются задания по одной теме, но с различными графическими зависимостями, фотографиями микроструктур поверхности образцов, дифрактограмм и т.д.

1. Схематически зарисовать микроструктуру образцов различного состава (фазовая диаграмма прилагается).

2. По фотографиям микроструктуры образцов предположить тип фазовой диаграммы и объяснить картину микроструктуры.

3. Схематически зарисовать вид термических зависимостей образцов различного состава (фазовая диаграмма прилагается).

4. Схематически зарисовать вид дифрактограмм образцов различного состава (фазовая диаграмма прилагается).

5. Дать полное описание фазовой диаграмме.

6. Схематически зарисовать вид фазовой диаграммы на основании ее описания.

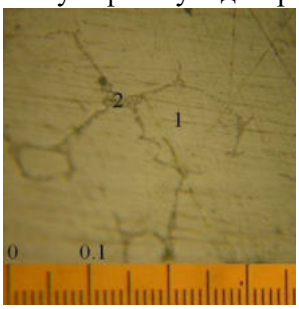
7. Схематически зарисовать вид зависимостей «состав-параметр элементарной ячейки» и «состав-микротвердость» на основании предложенной фазовой диаграммы.

8. Схематически зарисовать фазовую диаграмму на основании предложенных зависимостей «состав-параметр элементарной ячейки» и «состав-микротвердость».

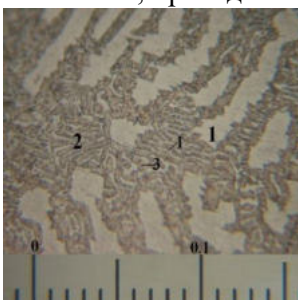
Типовые практические задания рассматриваются на лабораторных занятиях.

Примерный вариант индивидуальных заданий:

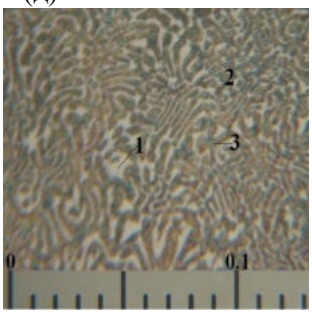
1. Опишите микроструктуру образца: гомо- или гетерогенный образец, сколько фаз различимы, каков характер расположения фаз, предположите состав образца, используя схематическую фазовую диаграмму системы А-В, приведенной на рис. (д)



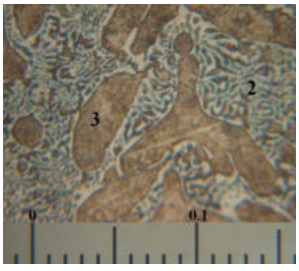
а



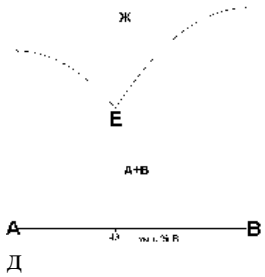
б



в

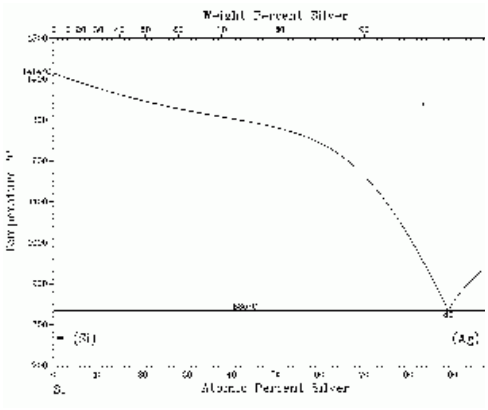


г

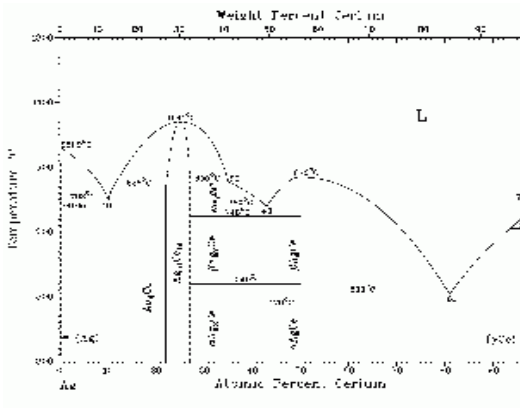


д

2. Для приведенных фазовых диаграммы схематически изобразите зависимости «состав-микровердость». Значения микротвердости фаз (МПа) задайте самостоятельно (произвольно):



а



б

3. Построить фазовую диаграмму по следующим данным, заполните пропуски, обозначьте название всех полей на диаграмме:

В системе MnS – Er_2S_3 при соотношении исходных сульфидов 1MnS:1Er_2S_3 образуется фаза _____, её конгруэнтное плавление составляет 1805 К. При соотношении исходных сульфидов 1MnS:2Er_2S_3 образуется фаза ____, температура конгруэнтного плавления 1815 К.

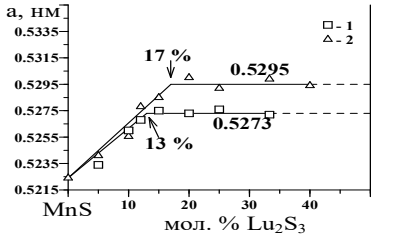
Образующиеся в системе соединения разбивают её на подчиненные области двухфазности эвтектического типа.

Координаты эвтектиктических точек: 1742 К, 33 мол. % Er_2S_3; 40 мол. % MnS, 1750 К; 25 мол. % MnS, 1760 К.

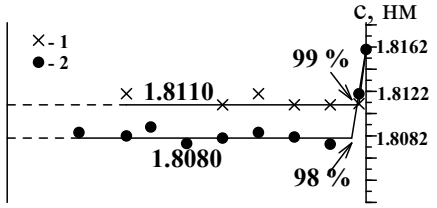
На основе MnS образуется протяженная область твердого раствора, достигающая при 1670 К 14 мол. % Er_2S_3. При уменьшении температуры до 1170 К растворимость уменьшается и достигает 10 мол. % Er_2S_3.

На основе δ-Er_2S_3 образуется ограниченная область твердого раствора. Границу твердого раствора 6 мол. % MnS при 1670 К, 3 мол. % MnS при 1170 К.

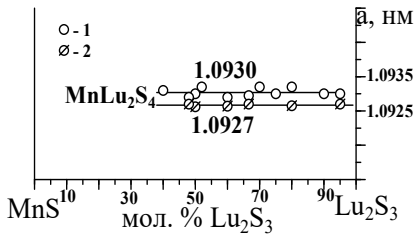
4. Какие зависимости представлены на рисунке. Объясните ход кривых. Чему соответствует излом на кривых. О чем свидетельствует прямолинейность графика на рис. (в). Схематически зарисуйте возможный вид фазовой диаграммы системы.



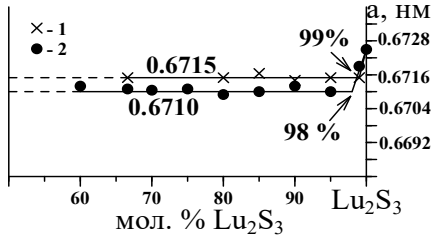
а



б

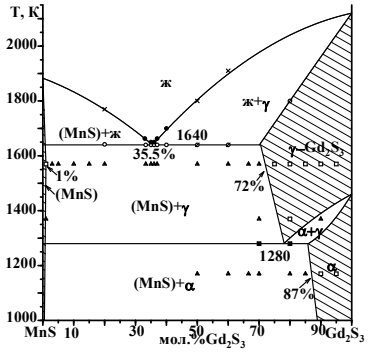


в

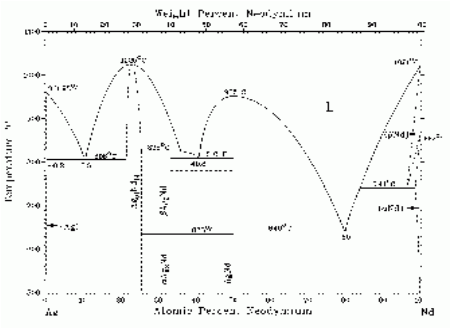


г

5. Треугольник Таммана, для чего используют, как и по каким данным строят. Изобразите его на примере для системы, приведенной на рисунке.



6. Дайте полное описание приведенной фазовой диаграммы системы Ag-Nd. Соединения, образующиеся в системе, характер плавления, природа фаз, области гомогенности на основе соединений, полиморфизм. Твердые растворы на основе компонентов, полиморфизм исходных компонетов. Точки эвтектики, эвтектоида, перитектики, перитектоида. Линии ликвидуса, солидуса и сольвуса.



Вопросы для письменных работ на лекциях:

1. Принципы ФХА: свободы выбора, соответствия, непрерывности изменения свойств;
2. Типы фазовых диаграмм по Розебому, примеры реальных систем; комбинированные диаграммы.
3. Диаграммы с полиморфизмом компонентов системы. Примеры.
4. Диаграммы с образованием химических соединений; бертоллидный и дальтонидный характер промежуточных фаз. Примеры.
5. Разнообразие трехкомпонентных систем. Дать обзор 3 различным трехкомпонентным системам.
6. Треугольник Гиббса, коноды, изотермические разрезы, квазибинарные разрезы, ликвидус трехкомпонентной системы, поля кристаллизации фаз, триангуляция;
7. Дюрометрический анализ: макротвердость, микротвердость многофазных образцов систем. Способы измерения твердости. Дюрометрический анализ, как метод построения фазовых диаграмм.
8. Отжиг и закалка сплавов. Выбор температурных режимов и продолжительности отжига. Значение отжига при изучении фазовых равновесий в конденсированных системах.
9. Микроструктурный анализ диаграмм различного типа взаимодействия (рассмотреть примеры микроструктуры образцов эвтектического, перитектического характера взаимодействия). Микроструктура образцов промежуточных фаз и твердых растворов.
10. Рентгенофазовый анализ, как один из методов построения фазовых диаграмм.
11. Термический анализ, как один из методов построения фазовых диаграмм.
12. Комплексный подход в физико-химическом анализе и при построении фазовых диаграмм.

13. Физико-химический анализ диаграмм различного типа. Обзор российских и зарубежных работ.

14. Построение фазовых диаграмм в Институте химии. Обзор работ.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	2	3
1.	Основы физико-химического анализа	Подготовка к тестам (лекции) письменным ответам (лекции) и практическим заданиям. Подготовка к выполнению лабораторных работ, отчета и к защите. Проработка литературных источников, баз данных и информационно-справочных систем
2.	Фазовая диаграмма как геометрический образ взаимодействия	
3.	Микроструктурный анализ	
4.	Дюрометрический анализ	
5.	Рентгенофазовый анализ	
6.	Термический анализ	
7.	Трехкомпонентные системы	
8.	Комплексный подход при изучении фазовых равновесий	

В ходе подготовки к занятию обучающиеся прорабатывают конспекты лекций, работают с обязательной и дополнительной литературой по теме учебного занятия, готовят отчеты по лабораторным работам и прорабатывают вопросы к защитам. Оценка самостоятельной работы студентов осуществляется в течение лекционных и лабораторных занятий посредством тестирования, письменных работ и устного опроса/собеседования по тематике лабораторной работы и подготовленного отчета. Преподавателем оцениваются фактические знания студентов, глубина понимания, выработка понятийного аппарата, навыки самостоятельного поиска информации (в том числе научных статей) по теме занятия и ее критическая оценка, практические навыки при выполнении лабораторных работ, заинтересованность студентов в результатах работы, вовлеченность в процесс (в том числе групповой), способности к осмыслению и использованию результатов методов физико-химического анализа при формулировке выводов.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине

6. Промежуточная аттестация по дисциплине

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Для получения зачета по дисциплине обучающимся необходимо набрать за семестр не менее 75 баллов. Студенты, набравшие по итогам работы в семестре менее 75 балла, сдают зачет по дисциплине в форме устного собеседования.

Задание на зачете включает в себя 4 вопроса:

1. Теоретический вопрос (основные понятия и определения, классификация фазовых диаграмм).

2. Теоретический вопрос (методы физико-химического анализа, этапы проведения анализа, возможности методов).

3. Объяснение зависимости «состав-свойство» или схематическое изображение зависимости по предложенной фазовой диаграмме при двух различных температурах.

4. Описание предложенной фазовой диаграммы или схематическое представление фазовой диаграммы по предложенному описанию.

Все типовые задания для 3 и 4 вопроса разбираются на занятиях.

Теоретические вопросы к зачетному занятию

1. Основные понятия физико-химического анализа (система, фаза, компонент, эвтектика, перитектика, коннода, фазовая диаграмма, число степеней свободы, параметры состояния системы).
2. Структура ФХА: объекты и методы изучения.
3. Правило фаз Гиббса для одно-, двух- и трехкомпонентных систем в конденсированном состоянии. Применение правила фаз Гиббса для одно-, двухкомпонентных систем.
4. Классификация диаграмм состояния по Розебому.
5. Комбинированные фазовые диаграммы.
6. Двухкомпонентные системы. Способы выражения концентраций (мольная доля, мольный процент), правило рычага, оси абсцисс, ординат и опликат.
7. Линии ликвидуса, солидуса, сольвуса. Степень свободы в точке минимума или максимума плавления.
8. Твердые растворы. Твердые растворы на основе полиморфных модификаций соединения. Ход зависимости «состав - свойство» в области твердого раствора.
9. Фазовые диаграммы с полиморфизмом компонентов и промежуточных фаз.
10. Определение границ протяженности твердых растворов на оснвое исходных компонентов и промежуточных фаз.
11. Сходство и различия эвтектического и перитектического равновесия.
12. Микроструктурный анализ: возможности, ограничения метода, пробоподготовка, проведение анализа, оборудование.
13. Микроструктурный анализ диаграмм состояния эвтектического типа.
14. Микроструктурный анализ диаграмм состояния перитектического типа.
15. Порядок кристаллизации фаз из расплава. Первичные и эвтектические кристаллы. Травление образцов.
16. Системы с образованием химических соединений. Конгруэнтное плавление; инконгруэнтный распад; эндотермическое соединение; бертоллидный и дальтонидный характер соединений; образование нескольких фаз.
17. Дальтонид, бертоллид, твердый раствор. Сравнительный анализ фаз по признакам: характеристика структуры; протяженность области гомогенности; изменение свойств в пределах области гомогенности (определяющий признак); соответствие закону кратных отношений; характер плавления, состав фазы в точке плавления.
18. Трехкомпонентные системы. Треугольник Гибсса. Тройные системы без образования соединение и с образованием соединений. Конноды в тройных системах. Квазибинарный и бинарный разрез тройной системы. Поля кристаллизации в тройной системы.
19. Методы термического анализа: прямой, дифференциальный термический (ДТА), визуальный политермический (ВПТА). Термограмма: тепловой эффект, линии нагрева/охлаждения.
20. Подготовка образцов для проведения термического анализа. Обработка экспериментальных данных методов термического анализа.
21. Основные виды дифференциальных термических зависимостей для диаграмм состояния эвтектического, перитектического типа, термограмма полиморфных превращений и индивидуальных соединений.
22. Способы определения твердости образцов. Микротвердость. Зависимости «состав-микротвердость» диаграммы состояния эвтектического типа, диаграмм с образованием фазы.

23. Определение микротвердости методом Виккерса: пробоподготовка, последовательность выполнения анализа, обработка экспериментальных данных.

24. Рентгенофазовый анализ. Теоретические основы метода. Пробоподготовка. Применение рентгенофазового анализа к изучению фазовых равновесий.

25. Метод отжига и закалки: температурные режимы, пробоподготовка, достижение равновесности проб образцов.

26. Схема физико – химического анализа неизвестного образца. Задачи исследования и выбор методов. Комплексный подход к изучению фазовых равновесий и построению фазовых диаграмм

27. Физико-химический анализ диаграмм различного типа. Обзор российских и зарубежных работ.

28. Построение фазовых диаграмм в Институте химии. Обзор работ.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает основные этапы и способы пробоподготовки для различных методов ФХА; основные графические зависимости, используемые при изучении кристаллических природных/технических систем (например, состав-температура, состав-микротвердость, состав-параметр элементарной ячейки фаз); алгоритм действия при комплексном исследовании различных кристаллических объектов; возможности и ограничения методов ФХА	Письменные и тестовые задания на лекциях. Практические задания к лабораторным работам. Отчет и защита лабораторных работ. Теоретические вопросы для подготовки к зачетному занятию.	Знание методики и последовательность выполнения анализов. Знает этапы пробоподготовки различных образцов. Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ"
		Умеет осуществлять выбор методики пробоподготовки для различных методов физико-химического анализа и различных объектов; проводить эксперимент по изучению фазового состава кристаллического объекта (соединений, смеси, системы) под началом специалиста более высокой квалификации, используя		

		стандартные методики выполнения; оценивать результаты методов ФХА и комплексно подходить к исследованию фазовых равновесий в конденсированных системах		
2.	ПК-2 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает основные источники информации по физико-химическому анализу кристаллических объектов и систем; основные научно-информационные сервисы и порталы по поиску информации по методам ФХА; зарубежные платформы по поиску информации по методам ФХА; научно-исследовательские центры, работающие в области ФХА		Осуществляет поиск научно-аналитической информации по использованию методов ФХА применительно к природным/техническим объектам. Умеет готовить краткую выдержку, выделять суть вопроса. Критическая оценка информации. Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
		Умеет проводить выборку теоретических основ методов ФХА; интерпретировать экспериментальные данные методов ФХА; работать в наукометрических базах WoS, Scopus, e-library и осуществлять поиск информации по использованию методов ФХА в научно-аналитических целях; проводить критический анализ отобранной информации; готовить единый информационный материал, итогового отчет, используя данные, полученные из различных источников		
3.	ПК-4 Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и	Знает основные методики проведения ФХА аморфных и кристаллических объектов; оборудование (марки, типы, производители), на котором можно провести исследование		Знание алгоритма проведения физико-химического анализа конденсированных систем. Критическая оценка результатов анализа. Способность

	выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	кристаллических объектов методами ФХА; трудности в постановке и обработки эксперимента при исследовании объектов методами ФХА		к предсказыванию результатов анализа на основе общих закономерностей. Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ"
		Умеет проводить расшифровку экспериментальных данных, используя наборы справочных стандартов готовить отчет о результатах проведения анализов на фазовый состав исследуемого объекта; сопоставлять результаты нескольких методов ФХА		

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Монина, Л. Н. Рентгенография. Качественный рентгенофазовый анализ: [учебное пособие]. - Режим доступа : https://library.utmn.ru/dl/PPS/Monina_468_UP_2016.pdf (дата обращения 05.05.2020).

2. Фазовые равновесия в системах сульфидов 3d-, 4f-элементов : монография / О. В. Андреев, В. Г. Бамбуров, Л. Н. Монина [и др.]. — Тюмень : ТюмГУ, 2015. — 312 с. — ISBN 978-5-7691-2429-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/109678 (дата обращения: 05.05.2020).

3. Ананьев, М. В. Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии : учебно-методическое пособие / М. В. Ананьев. — Екатеринбург : УрФУ, 2015. — 76 с. — ISBN 978-5-7996-1468-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/98420 (дата обращения: 05.05.2020).

7.2 Дополнительная литература

1. Сульфаты и оксисульфиды редкоземельных элементов : монография / О. В. Андреев, Ю. Г. Денисенко, С. А. Оссени [и др.]. — Тюмень : ТюмГУ, 2017. — 288 с. — ISBN 978-5-400-01341-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/109677 (дата обращения: 05.05.2020)

2. Ильин, А. П. Химия твердого тела : учебное пособие / А. П. Ильин, Н. Е. Гордина. — Иваново : ИГХТУ, 2006. — 216 с. — ISBN 5-9616-0126-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/4486 (дата обращения: 05.05.2020)

3. Физическая химия: теория и практика выполнения расчетных работ : в 2 ч. Ч. 2 : Химическое и фазовое равновесие : учебное пособие / Е. И. Степановских, Т. В. Виноградова, Л. А. Брусницына, Т. А. Алексеева. — Екатеринбург : УрФУ, 2016. — 160 с. — ISBN 978-5-7996-1691-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/98431 (дата обращения: 05.05.2020)

7.3 Интернет-ресурсы:

БМК ТюмГУ: URL: http://www.tmnlib.ru/jirbis/

Вестник ТюмГУ: URL: http://vestnik.utmn.ru/

Журнал «Phase Equilibria of Binary Alloys» (аннотации статей) [Электронный ресурс] URL: https://www.springer.com/gp/book/9783540005247

Журнал « Phase Equilibria and Diffusion » (аннотации статей) [Электронный ресурс] URL: https://www.springer.com/journal/11669

eLIBRARY – Научная электронная библиотека URL: http:// www.elibrary.ru/

Базы библиографических данных URL:: http:// www.scopus.com/

База данный термических констант веществ URL: http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl?show=welcome.html

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

ProQuest Dissertations &Theses Global / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: https://search.proquest.com/index

American Chemical Society / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: https://www.acs.org/content/acs/en.html

Royal Society of Chemistry / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России» URL: https://pubs.rsc.org/

Clarivate Analytics – Web of Science Core Collection / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России» URL: https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=C2ivzMxspGLnBiQvQWN&preferencesSaved=

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:

платформа для электронного обучения Microsoft Teams

офисный пакет MS Office

Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:

GSAS, Powder Cell, FAR Manager.

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины.

Учебные аудитории с мультимедийным оборудованием для проведения лекционных занятий. Компьютерный класс для занятий по расшифровке дифрактометрических данных. На ПК должно быть установлено следующее программное обеспечение: офисное ПО: операционная система MS Windows, офисный пакет MS Office, платформа MS Teams, офисный пакет LibreOffice, антивирусное ПО Kaspersky; GSAS, Powder Cell, обеспечено проводное подключение ПК к локальной сети и сети Интернет.

Лаборатория должна быть оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель; доска аудиторная; мультимедийное проекционное и акустическое оборудование; ПК рабочая станция СКАТ в сборе: системный блок в комплекте с монитором (2 рабочих места); pH- метр (pH-150МИ); аквадистиллятор ДЭ-40; весы M-ER 326 AFU 6/01; весы торсионные ВТ-500; кондуктометр/концентратомер лабораторный АНИОН-4100; мешалка магнитная (ПЭ-6110); учебно-лабораторный комплекс «Химия» (модуль «Термический анализ», модуль «Электрохимия»); насос вакуумный «2НВР-5ДМ»; поляриметр круговой (СМ-3); рефрактометр ИРФ-454 Б2М; сталагмометр СТ-2; фотометр КФК-3-"ЗОМЗ"; шкаф вытяжной лабораторный; электроплитки лабораторные.

Оснащенность лабораторных помещений и условия работы в них обучающихся должны соответствовать требованиям техники безопасности по работе с химическими реактивами. Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены

компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной
работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова/
01 июня 2020 г.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Фефилов Н.Н. Контроль качества в химической лаборатории. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Контроль качества в химической лаборатории [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Фефилов Н.Н., 2020.

1. Пояснительная записка

Количественный химический анализ является специфическим видом измерений, состоящим из отдельных этапов: предварительная подготовка пробы; перевод вещества (элемента) в химически активную форму; измерение и обработка аналитического сигнала, связанного с концентрацией вещества (элемента). Каждый из этапов вносит свой вклад в точность результата анализа проверка и подтверждение точности результатов анализа определяют качество проведения всего анализа.

В целом проблема качества результатов анализа связана с проблемой работы всей химической (аналитической) лаборатории, в частности с проблемой повышения компетентности лаборатории в проведении аналитических работ.

Систематический контроль качества результатов анализа является элементом метрологического обеспечения анализа, обязательной функцией практически любой химической (аналитической) лаборатории.

Цель дисциплины – ознакомление студентов с основами обеспечения единства измерений, технического регулирования, метрологического обеспечения количественного химического анализа (КХА), планированием и организацией контроля качества результатов измерений в химико-аналитических лабораториях.

Задачи дисциплины:

– познакомить студентов с основными понятиями, терминами и определениями науки об измерениях – метрологии, общими положениями и принципами технического регулирования;

– сформировать представления о метрологическом обеспечении, в том числе количественного химического анализа (КХА);

познакомить с планированием и организацией контроля качества результатов измерений в лаборатории: видами, формами и средствами контроля, алгоритмами проведения контрольных процедур, интерпретацией и анализом данных, полученных по результатам контроля.

1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) входит в блок Б1 Дисциплины (модули) части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплина (модуль) по выбору. Содержание дисциплины базируется на знаниях, приобретённых при изучении таких дисциплин, как «Общая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Неорганическая химия», «Физика» и математических дисциплин.

Материал, рассматриваемый при изучении данной дисциплины, может быть востребован при выполнении выпускной квалификационной работы.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевый/функциональный)
1	2
ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает общие требования, предъявляемые к методикам (методам) измерений, техническим средствам (СИ, ИО, ВО), стандартным образцам (СО), аттестованным смесям (АС) и химическим реактивам, способы оценивания характеристик погрешности (неопределенности) измерений, основы внедрения стандартизованных методик (методов) количественного химического анализа (МКХА) в химико-аналитической (испытательной) лаборатории
	Умеет осуществлять выбор способа обработки результатов количественного химического анализа (КХА), полученных

1	2
	при реализации методики (метода) измерений в химико-аналитической (испытательной) лаборатории, осуществлять процедуру подтверждения соответствия реализуемой в лаборатории методики (метода) измерений требованиям нормативного документа на методику (метод) измерений, составлять отчет о внедрении методики количественного химического анализа (МКХА) в лаборатории
ПК-2 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает формы представления и способы выражения показателей качества методик (методов) измерений, взаимосвязь форм представления и способов выражения показателей качества методик (методов) измерений и показателей качества результатов количественного химического анализа (КХА)
	Умеет устанавливать расчетные значения показателей качества методик (методов) измерений, планировать эксперимент по оценке показателей качества результатов измерений, экспериментально устанавливать показатели качества результатов измерений
ПК-4 Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	Знает методологические основы и принципы планирования и организации контроля качества результатов измерений
	Умеет проводить контроль качества результатов измерений в химической лаборатории, а также корректирующие мероприятия по результатам контроля качества результатов измерений

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	**Всего часов** (академические часы)	**Часов в семестре** (академические часы)
		8
Общий объем зач. ед.	**4**	**4**
час	**144**	**144**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	**90**	**90**
Лекции	30	30
Практические занятия	60	60
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**54**	**54**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Зачет

3. Система оценивания

3.1. Проходной балл – 61. Зачет может быть выставлен по результатам текущего контроля. Для организации текущего контроля успеваемости обучающихся в семестре используется 100-балльная рейтинговая система оценки успеваемости: лекции – 30 баллов, практические занятия – 70 баллов. Применяемые в модуле формы текущего контроля: ответы на практических занятиях, контрольные работы, тесты, баллы за посещаемость всех видов занятий.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные положения обеспечения единства измерений (ОЕИ)	8	4	4	0	0
2	Техническое регулирование и метроло-гическое обеспечение	12	0	4	0	0
3	Погрешность и неопределен-ность измерений	8	4	4	0	0
4	Методики (методы) измерений, применяемые в химико-аналитических лабораториях. Внедрение стандартизованных методик (методов) количественного химического анализа (МКХА) в лаборатории	24	0	8	0	0

1	2	3	4	5	6	7
5	Требования к метрологическому обеспечению технических средств: средств измерений, испытательного и вспомогательного оборудования	6	2	6	0	0
6	Стандартные образцы в системе контроля качества результатов измерений. Требования к стандартным образцам, аттестованным смесям, химическим реактивам	8	2	4	0	0
7	Общие положения контроля качества результатов измерений. Виды и формы контроля	12	4	4	0	0
8	Элементы системы внутреннего контроля: оперативный контроль и контроль стабильности результатов измерений	24	6	6	0	0
9	Внешний контроль качества результатов измерений. Межлабораторные	8	0	4	0	0

1	2	3	4	5	6	7
	сличительные испытания (МСИ)					
10	Аккредитация и подтверждение компетентности химико-аналитических лабораторий	8	4	6	0	0
11	Документы, подтверждающие соответствие лаборатории критериям аккредитации	18	2	6	0	0
12	Область аккредитации лаборатории	8	2	4	0	0
13	Консультации и зачет	0	0	0	0	4
	Итого (часов)	144	30	60	0	4*

** – учитывает контактную работу на консультации и зачете.*

4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

Тема 1. Основные положения обеспечения единства измерений (ОЕИ)

Метрология – наука об измерениях. Основные понятия, термины и определения.

Единицы величин, допускаемых к применению в Российской Федерации: наименования и обозначения, правила применения и написания; основные, производные, внесистемные, относительные и логарифмические единицы Международной системы единиц (СИ).

Воспроизведение единицы величины и единство измерений (воспроизведение основной и производной единицы величины, передача и хранение единицы величины, эталоны единиц СИ).

Нормирование метрологических характеристик средств измерений (СИ). Классификация СИ. Требования к метрологическому обеспечению СИ (метрологические характеристики и классы точности СИ).

Тема 2. Техническое регулирование и метрологическое обеспечение

Общие положения и принципы технического регулирования (Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ): основные понятия и принципы технического регулирования.

Технические регламенты (ТР): цели принятия ТР, содержание и применение ТР, виды ТР, порядок разработки, принятия, изменения и отмены ТР. Подтверждение соответствия: цели, принципы, формы, добровольное подтверждение соответствия, знаки соответствия, обязательное подтверждение соответствия, декларирование соответствия, обязательная сертификация, организация обязательной сертификации, знак обращения на рынке, права и обязанности заявителя в области обязательного подтверждения соответствия, государственный контроль (надзор) за соблюдением требований ТР. Информация о нарушении требований ТР и отзыв продукции.

Основы метрологического обеспечения. Нормативно-правовые основы метрологии – федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 № 102-ФЗ. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Основные положения: цель, задачи и состав ГСИ. Государственный метрологический надзор за ОЕИ.

Тема 3. Погрешность и неопределенность измерений

Виды и методы измерений. Погрешности измерений и их характеристики. Способы оценивания характеристик погрешностей измерений.

Основные понятия и определения серии стандартов ГОСТ Р ИСО 5725: 1) ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения», 2) ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений», 3) ГОСТ Р ИСО 5725-3-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений», 4) ГОСТ Р ИСО 5725-4-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 4. Основные методы определения правильности стандартного метода измерений», 5) ГОСТ Р ИСО 5725-5-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 5. Альтернативные методы определения прецизионности стандартного метода измерений», 6) ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике».

Концепция погрешности и неопределенности измерений. Понятие неопределенности измерения (ГОСТ 34100.1-2017/ISO/IEC Guide 98-1:2009 «Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководства по выражению неопределенности измерения»), этапы оценивания неопределенности, составление модели измерений, трансформирование распределений и вычисление значений оценок, применение неопределенности измерения при оценке соответствия, применение метода наименьших квадратов.

Основные положения стандарта ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения».

Тема 4. Методики (методы) измерений, применяемые в химико-аналитических лабораториях

Общие требования к методикам измерений в свете требований Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 № 102-ФЗ, ГОСТ Р 8.563-2009.

Показатели качества методик (методов) измерений: формы представления и способы выражения в соответствии с РМГ 61-2010 «ГСИ. Показатели точности, правильности и прецизионности методик количественного анализа. Методы оценки» и положениями ПМГ 96-2009 «ГСИ. Результаты и характеристики качества измерений. Формы представления».

Сопоставительный анализ характеристик погрешности и неопределенности.

Оценка приемлемости результатов измерений (в условиях повторяемости, прецизионности и воспроизводимости).

Установление расчетных значений показателей качества методик (методов) измерений на основе ГОСТ Р 51232-98 (при отсутствии регламентации показателей качества в НД на методики (методы) измерений).

Внедрение стандартизованных методик (методов) количественного химического анализа (МКХА) в лаборатории. Процедура подтверждения соответствия реализуемой в лаборатории МКХА требованиям нормативного документа: экспериментальная проверка правильности использования МКХА в лаборатории: по РМГ-76-2014 «ГСИ. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа» (способ I), по Р 50.2.060-2008 «ГСИ. Внедрение стандартизованных методик количественного химического анализа в лаборатории. Подтверждение соответствия установленным требованиям» (способ II).

Протокол верификации методики (метода) измерений: форма, правила составления, выводы по результатам верификации.

Составление отчета по проверке соответствия процедуры проведения измерений требованиям НД на методику измерений (отчета по внедрению МКХА) в конкретной лаборатории: форма, правила составления, вывод по результатам внедрения.

Тема 5. Требования к метрологическому обеспечению технических средств: средств измерений, испытательному и вспомогательному оборудованию

Классификация средств измерений (СИ). Нормирование метрологических характеристик средств измерений (СИ).

Требования к метрологическому обеспечению СИ в свете Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ. Метрологическое обеспечение СИ: государственные испытания, сертификация, поверка и калибровка.

Метрологическое обеспечение испытательного оборудования (ИО): аттестация по ГОСТ Р 8.568-2017 «ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения».
Вспомогательное оборудование (ВО) и его техническое обеспечение (проверка технического состояния).

Тема 6. Стандартные образцы в системе контроля качества результатов измерений. Требования к стандартным образцам, аттестованным смесям, химическим реактивам

Основные термины и понятия в области стандартных образцов (СО). Категории стандартных образцов. Разработка СО, основные этапы и содержание работ, нормирование метрологических характеристик СО.

Требования к СИ и МКХА, применяемых для установления метрологических характеристик СО. Способы установления аттестованных значений СО и характеристик погрешности (неопределенности) аттестованных значений СО. Способы установления прослеживаемости аттестованных значений СО к единицам физических величин системы СИ или опорным значениям.

Общие требования к производителям СО. Подготовка, оформление и рассмотрение материалов испытаний СО в целях утверждения типа (МИ 3300-2010): описание типа, паспорт и этикетка СО. Применение СО.

Общие требования к разработке аттестованных смесей (АС) и документальное подтверждение их качества. Расчет метрологических характеристик АС по РМГ 60-2003 «ГСИ. Смеси аттестованные. Общие требования к разработке».

Степени чистоты химических реактивов (ГОСТ 13867-68). Общие требования к химическим реактивам, применяемым в химико-аналитических лабораториях. Особенности применения химических реактивов с истекшим сроком годности.

Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФИФОЕИ). Порядок создания и ведения фонда, разделы фонда, предоставление документов и сведений из фонда (административный регламент по представлению документов и сведений из ФИФОЕИ).

ФГИС «АРШИН»: состав, руководство пользователя (публичный портал).

Тема 7. Общие положения контроля качества результатов измерений. Виды и формы контроля

Количественный химический анализ (КХА) – специфический вид измерений. Погрешности измерений по ГОСТ 8.563-2009. Особенности прослеживаемости результатов КХА.

Контроль качества результатов КХА. Общие положения контроля. Виды и формы контроля.

Тема 8. Элементы системы внутреннего контроля качества: оперативный контроль и контроль стабильности результатов измерений

Внутренний контроль качества результатов КХА. Элементы системы внутреннего контроля: оперативный контроль процедуры анализа и контроль стабильности результатов анализа.

Алгоритмы оперативного контроля процедуры анализа: контрольные процедуры для контроля погрешности (КПКП) с применением образцов для контроля (ОК), метода добавок совместно с методом разбавления пробы, метода добавок, метода разбавления пробы, контрольной методики анализа, метода варьирования навески. Оперативный контроль повторяемости.

Контроль стабильности результатов анализа с применением контрольных карт: общие представления, контрольные карты Шухарта (ККШ) и контрольные карты кумулятивных сумм.

Построение ККШ в единицах измеряемых содержаний, приведенных и относительных величинах (расчет значений средней линии, предела предупреждения, предела действия, результата контрольной процедуры, нанесение результатов контрольных процедур на карту (построение карты), интерпретация данных ККШ; применение статистических таблиц).

Алгоритмы проведения контрольных процедур, используемых при построении контрольных карт: для контроля повторяемости, внутрилабораторной прецизионности.

Контроль повторяемости, внутрилабораторной прецизионности, погрешности. Анализ данных контрольных карт и их интерпретация.

Контроль погрешности с использованием контрольных карт на основе применения контрольных проб.

Построение контрольной карты кумулятивных сумм. Контроль погрешности с использованием контрольных карт кумулятивных сумм.

Контроль стабильности результатов анализа в форме периодической проверки подконтрольности процедуры выполнения анализа с применением ОК, метода добавок с использованием одной рабочей пробы, метода добавок с использованием нескольких рабочих проб.

Контроль стабильности результатов анализа в форме выборочного статистического контроля внутрилабораторной прецизионности и погрешности результатов анализа. Приемочные и браковочные числа.

Тема 9. Внешний контроль качества результатов измерений. Межлабораторные сличительные испытания (МСИ)

Проверка квалификации лабораторий посредством межлабораторных сличительных испытаний (МСИ): общие положения.

Тема 10. Аккредитация и подтверждение компетентности химико-аналитических лабораторий

Роль и место испытательных лабораторий в деятельности по оценке соответствия в свете требований Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ, Федерального закона «О техническом регулировании» № 184-ФЗ, ГОСТ ISO/IEC 17025-2019, ГОСТ ISO/IEC 17011-2018.

Основные положения Федерального закона «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» № 412-ФЗ от 28.12.2013. Федеральная служба по аккредитации РФ.

Критерии аккредитации лабораторий (Приказ Министерства экономического развития РФ от 30.05.2014 № 326, ГОСТ ISO/IEC 17025-2019).

Подача заявления на прохождение процедуры подтверждения компетентности (ПК) лабораторией. Сроки и порядок прохождения. Результаты ПК.

Тема 11. Документы, подтверждающие соответствие лаборатории критериям аккредитации

Руководство по качеству, документы, подтверждающие соблюдение установленных требований к работникам лаборатории и документ, содержащий сведения о работниках лаборатории, документ по оснащенности лаборатории средствами измерений (СИ), документ по оснащенности лаборатории испытательным оборудованием (ИО), документ по оснащенности лаборатории вспомогательным оборудованием (ВО), документ по оснащенности лаборатории стандартными образцами (СО), документ по помещениям, используемым для проведения исследований (испытаний), измерений. Формы и примеры оформления.

Документы, описывающие систему менеджмента качества (СМК) лаборатории. Руководство по качеству: требования к содержанию и оформлению. Заявление о Политике в области качества.

Выписка из реестра аккредитованных лиц (аттестат аккредитации) и область аккредитации лаборатории: принципы и особенности оформления. Рекомендуемые образцы документов, подтверждающих соответствие лаборатории критериям аккредитации.

Оформление документов, подтверждающих соответствие лаборатории критериям аккредитации.

Тема 12. Область аккредитации лаборатории

Область аккредитации испытательной лаборатории (центра). Рекомендации по описанию области аккредитации испытательной лаборатории (центра) (Приказ Росаккредитации от 25.01.2019 № 11).

Правила составления и оформления области аккредитации лаборатории.

Темы практических занятий

Тема 1. Основные положения обеспечения единства измерений (ОЕИ)

1) Метрология – наука об измерениях. Основные понятия, термины и определения. Единицы величин, допускаемых к применению в Российской Федерации: наименования и обозначения, правила применения и написания; основные, производные, внесистемные, относительные и логарифмические единицы Международной системы единиц (СИ).

2) Воспроизведение единицы величины и единство измерений (воспроизведение основной и производной единицы величины, передача и хранение единицы величины, эталоны единиц СИ).

Тема 2. Техническое регулирование и метрологическое обеспечение

1) Техническое регулирование и метрологическое обеспечение. Общие положения и принципы технического регулирования: Федеральный закон «О техническом регулировании» № 184-ФЗ.

2) Основы метрологического обеспечения (МО). Нормативно-правовые основы метрологии: Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ.

3) Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Основные положения: цель, задачи и состав ГСИ. Государственный метрологический надзор за ОЕИ.

Тема 3. Погрешность и неопределенность измерений

1) Виды и методы измерений. Погрешности измерений и их характеристики. Способы оценивания характеристик погрешностей измерений.

2) Основные понятия и определения серии стандартов ГОСТ Р ИСО 5725-1-6-2002.

3) Концепция погрешности и неопределенности измерений. Понятие неопределенности измерения (ГОСТ 34100.1-2017/ISO/IEC Guide 98-1:2009 «Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководства по выражению неопределенности измерения»), этапы оценивания неопределенности, составление модели измерений, трансформирование распределений и вычисление значений оценок, применение неопределенности измерения при оценке соответствия, применение метода наименьших квадратов.

4) Основные положения стандарта ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения».

Тема 4. Методики (методы) измерений, применяемые в химико-аналитических лабораториях

1) Общие требования к методикам (методам) измерений в свете требований Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ и ГОСТ Р 8.563-2009 «ГСИ. Методики (методы) измерений».

2) Показатели качества методик (методов) измерений: формы представления и способы выражения в соответствии с РМГ 61-2010 «ГСИ. Показатели точности, правильности и прецизионности методик количественного анализа. Методы оценки» и положениями ПМГ 96-2009 «ГСИ. Результаты и характеристики качества измерений. Формы представления».

3) Сопоставительный анализ характеристик погрешности и неопределенности.

4) Оценка приемлемости результатов измерений (в условиях повторяемости, прецизионности и воспроизводимости).

5) Установление расчетных значений показателей качества методик (методов) измерений (при отсутствии регламентации показателей качества в НД на методики (методы) измерений).

6) Внедрение стандартизованных методик (методов) количественного химического анализа (МКХА) в лаборатории Процедуры подтверждения соответствия реализуемой в лаборатории МКХА требованиям нормативного документа: экспериментальная проверка правильности использования МКХА в лаборатории: по РМГ-76-2014 «ГСИ. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа» (способ I), по Р 50.2.060-2008 «ГСИ. Внедрение стандартизованных методик количественного химического анализа в лаборатории. Подтверждение соответствия установленным требованиям» (способ II).

7) Протокол верификации методики (метода) измерений: форма, правила составления, выводы по результатам верификации.

8) Составление отчета по проверке соответствия процедуры проведения измерений требованиям НД на методику измерений (отчета по внедрению МКХА) в конкретной лаборатории: форма, правила составления, вывод по результатам внедрения.

Тема 5. Требования к метрологическому обеспечению технических средств: средств измерений, испытательного и вспомогательного оборудования

1) Классификация средств измерений (СИ). Нормирование метрологических характеристик средств измерений (СИ).

2) Требования к метрологическому обеспечению СИ в свете Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ. Метрологическое обеспечение СИ: государственные испытания, сертификация, поверка и калибровка.

3) Метрологическое обеспечение испытательного оборудования (ИО): аттестация по ГОСТ Р 8.568-2017 «ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения».

4) Вспомогательное оборудование (ВО) и его техническое обеспечение (проверка технического состояния).

Тема 6. Стандартные образцы в системе контроля качества результатов измерений. Требования к стандартным образцам, аттестованным смесям, химическим реактивам

1) Основные термины и понятия в области стандартных образцов (СО). Категории стандартных образцов. Разработка СО, основные этапы и содержание работ, нормирование метрологических характеристик СО.

2) Требования к СИ и МКХА, применяемых для установления метрологических характеристик СО. Способы установления аттестованных значений СО и характеристик погрешности (неопределенности) аттестованных значений СО. Способы установления прослеживаемости аттестованных значений СО к единицам физических величин системы СИ или опорным значениям.

3) Общие требования к производителям СО. Подготовка, оформление и рассмотрение материалов испытаний СО в целях утверждения типа (МИ 3300-2010): описание типа, паспорт и этикетка СО. Применение СО.

4) Общие требования к разработке аттестованных смесей (АС) и документальное подтверждение их качества. Расчет метрологических характеристик АС по РМГ 60-2003 «ГСИ. Смеси аттестованные. Общие требования к разработке».

5) Степени чистоты химических реактивов (ГОСТ 13867-68). Общие требования к химическим реактивам, применяемым в химико-аналитических лабораториях. Особенности применения химических реактивов с истекшим сроком годности.

6) Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФИФОЕИ). Порядок создания и ведения фонда, разделы фонда, предоставление документов и сведений из фонда (административный регламент по представлению документов и сведений из ФИФОЕИ).

7) ФГИС «АРШИН»: состав, руководство пользователя (публичный портал).

Тема 7. Общие положения контроля качества результатов измерений. Виды и формы контроля

1) Количественный химический анализ (КХА) – специфический вид измерений. Погрешности измерений по ГОСТ 8.563-2009. Особенности прослеживаемости результатов КХА.

2) Контроль качества результатов КХА. Общие положения контроля. Виды и формы контроля.

Тема 8. Элементы системы внутреннего контроля качества: оперативный контроль и контроль стабильности результатов измерений

1) Внутренний контроль качества результатов КХА. Элементы системы внутреннего контроля: оперативный контроль процедуры анализа и контроль стабильности результатов анализа.

2) Алгоритмы оперативного контроля процедуры анализа: контрольные процедуры для контроля погрешности (КПКП) с применением образцов для контроля (ОК), метода добавок совместно с методом разбавления пробы, метода добавок, метода разбавления пробы, контрольной методики анализа, метода варьирования навески. Оперативный контроль повторяемости.

3) Контроль стабильности результатов анализа с применением контрольных карт: общие представления, контрольные карты Шухарта (ККШ) и контрольные карты кумулятивных сумм.

4) Построение ККШ в единицах измеряемых содержаний, приведенных и относительных величинах (расчет значений средней линии, предела предупреждения, предела действия, результата контрольной процедуры, нанесение результатов контрольных процедур на карту (построение карты), интерпретация данных ККШ; применение статистических таблиц.).

5) Алгоритмы проведения контрольных процедур, используемых при построении контрольных карт: для контроля повторяемости, внутрилабораторной прецизионности.

6) Контроль повторяемости, внутрилабораторной прецизионности, погрешности. Анализ данных контрольных карт и их интерпретация.

7) Контроль погрешности с использованием контрольных карт на основе применения контрольных проб.

8) Построение контрольной карты кумулятивных сумм. Контроль погрешности с использованием контрольных карт кумулятивных сумм.

9) Контроль стабильности результатов анализа в форме периодической проверки подконтрольности процедуры выполнения анализа с применением ОК, метода добавок с использованием одной рабочей пробы, метода добавок с использованием нескольких рабочих проб.

10) Контроль стабильности результатов анализа в форме выборочного статистического контроля внутрилабораторной прецизионности и погрешности результатов анализа. Приемочные и браковочные числа.

Тема 9. Внешний контроль качества результатов измерений. Межлабораторные сличительные испытания (МСИ)

1) Проверка квалификации лабораторий посредством межлабораторных сличительных испытаний (МСИ): общие положения.

Тема 10. Аккредитация и подтверждение компетентности химико-аналитических лабораторий

1) Роль и место испытательных лабораторий в деятельности по оценке соответствия в свете требований Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ, Федерального закона «О техническом регулировании» № 184-ФЗ, ГОСТ ISO/IEC 17025-2019, ГОСТ ISO/IEC 17011-2018.

2) Основные положения Федерального закона «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» № 412-ФЗ от 28.12.2013. Федеральная служба по аккредитации РФ.

3) Критерии аккредитации лабораторий (Приказ Министерства экономического развития РФ от 30.05.2014 № 326, ГОСТ ISO/IEC 17025-2019).

4) Подача заявления на прохождение процедуры подтверждения компетентности (ПК) лабораторией. Сроки и порядок прохождения. Результаты ПК.

Тема 11. Документы, подтверждающие соответствие лаборатории критериям аккредитации

1) Руководство по качеству, документы, подтверждающие соблюдение установленных требований к работникам лаборатории и документ, содержащий сведения о работниках

лаборатории, документ по оснащенности лаборатории средствами измерений (СИ), документ по оснащенности лаборатории испытательным оборудованием (ИО), документ по оснащенности лаборатории вспомогательным оборудованием (ВО), документ по оснащенности лаборатории стандартными образцами (СО), документ по помещениям, используемым для проведения исследований (испытаний), измерений. Формы и примеры оформления.

2) Документы, описывающие систему менеджмента качества (СМК) лаборатории. Руководство по качеству: требования к содержанию и оформлению. Заявление о Политике в области качества.

3) Выписка из реестра аккредитованных лиц (аттестат аккредитации) и область аккредитации лаборатории: принципы и особенности оформления. Рекомендуемые образцы документов, подтверждающих соответствие лаборатории критериям аккредитации.

4) Оформление документов, подтверждающих соответствие лаборатории критериям аккредитации.

Тема 12. Область аккредитации лаборатории

1) Область аккредитации испытательной лаборатории (центра). Рекомендации по описанию области аккредитации испытательной лаборатории (центра) (Приказ Росаккредитации от 25.01.2019 № 11).

Правила составления и оформления области аккредитации лаборатории.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	2	3
1	Основные положения обеспечения единства измерений (ОЕИ)	Проработка лекций, работа с учебной литературой, работа с нормативными документами
2	Техническое регулирование и метрологическое обеспечение	Проработка лекций, работа с учебной литературой, работа с нормативными документами
3	Погрешность и неопределенность измерений	Проработка лекций, работа с учебной литературой, подготовка к контрольной работе, работа с нормативными документами
4	Методики (методы) измерений, применяемые в химико-аналитических лабораториях. Внедрение стандартизованных методик (методов) количественного химического анализа (МКХА) в лаборатории	Проработка лекций, работа с учебной литературой, подготовка к контрольной работе, работа с нормативными документами
5	Требования к метрологическому обеспечению технических средств: средств измерений, испытательного и вспомогательного оборудования	Проработка лекций, работа с учебной литературой, работа с нормативными документами
6	Стандартные образцы в системе контроля качества результатов измерений. Требования к стандартным образцам, аттестованным смесям, химическим реактивам	Проработка лекций, работа с учебной литературой, подготовка к контрольной работе, работа с нормативными документами
7	Общие положения контроля качества результатов измерений. Виды и формы контроля	Проработка лекций, работа с учебной литературой, работа с нормативными документами

1	2	3
8	Элементы системы внутреннего контроля: оперативный контроль и контроль стабильности результатов измерений	Проработка лекций, работа с учебной литературой, подготовка к контрольной работе, работа с нормативными документами
9	Внешний контроль качества результатов измерений. Межлабораторные сличительные испытания (МСИ)	Проработка лекций, работа с учебной литературой, подготовка к контрольной работе, работа с нормативными документами
10	Аккредитация и подтверждение компетентности химико-аналитических лабораторий	Проработка лекций, работа с учебной литературой, работа с нормативными документами
11	Документы, подтверждающие соответствие лаборатории критериям аккредитации	Проработка лекций, работа с учебной литературой, работа с нормативными документами
12	Область аккредитации лаборатории	Проработка лекций, работа с учебной литературой, работа с нормативными документами

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

6.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю):

Зачет по дисциплине (модулю) проводится в устной форме. Зачетный билет состоит из трех заданий: два теоретических вопроса (из разных тем дисциплины) и одной типовой задачи. Время подготовки к устному ответу составляет 60 минут. В ходе ответа могут быть заданы дополнительные вопросы.

Типовые задачи на установление показателей качества методик (методов) измерений расчетным способом (контрольная работа № 1)

– Расчетным способом установить значения показателей качества метода измерений, регламентированного в ГОСТ 26427-85 «Почвы. Метод определения натрия и калия в водной вытяжке» в диапазоне измерений содержания калия (0,1-4,0) ммоль/100 г почвы, если в ГОСТ 26427-85 установлено, что допускаемое относительное отклонение при доверительной вероятности Р=0,95 от среднего арифметического результатов повторных анализов при

– Расчетным способом установить значения показателей качества метода измерений, регламентированного в ГОСТ 4011-72, п. 2, «Вода питьевая. Методы измерения концентрации общего железа. 2. Измерение массовой концентрации общего железа с сульфосалициловой кислотой» в диапазоне измерений массовых концентраций общего железа (0,1-2,0) мг/дм^3, если в ГОСТ 4011-72, п. 2 установлено, что допустимое расхождение между параллельными определениями не должно превышать 25 %.

– Расчетным способом установить значения показателей качества метода измерений, регламентированного в ГОСТ 26488-85 «Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО» в диапазонах измерений массовой доли азота нитратов (2,5-5,0) млн$^{-1}$ и (5,0-30,0) млн$^{-1}$, если в ГОСТ 26488-85 установлено, что допускаемые относительные отклонения от среднего арифметического результатов повторных анализов при выборочном статистическом контроле при доверительной вероятности Р=0,95 составляют 30 % при массовой доле азота нитратов в почве до 5 млн$^{-1}$, 10 % – свыше 5 млн$^{-1}$.

Типовой отчет по внедрению методики (метода) измерений (контрольная работа № 2)

ОТЧЕТ
по внедрению стандартизованного МКХА в лаборатории

Поставленная задача: проверка соответствия показателя повторяемости ($\sigma_{r_л}$) и показателя внутрилабораторной прецизионности ($\sigma_{R_л}$) результатов количественного химического анализа требованиям нормативного документа на метод измерений при реализации метода измерений в лаборатории.

I. Исходные данные

1. Обозначение НД на метод измерений: *ГОСТ Р 54650-2011*
2. Наименование НД на метод измерений: *Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО*
3. Наименование лаборатории: *Лаборатория экологических исследований Института химии ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»*
4. Сроки проведения работ: *12.05.2019 – 20.06.2019*
5. Руководитель работ: *менеджер по качеству Иванова И.И.*
6. Исполнители работ: *инженер 2 категории Иванов И.И.*
7. Алгоритм внедрения метода измерений в лаборатории: *Р 50.2.060-2008 «ГСИ. Внедрение стандартизованных МКХА в лаборатории. Подтверждение соответствия установленным требованиям» (способ I по РМГ 76-2004: приложения Б и В, п. В.3.2.3-В.3.2.4)*
8. Метрологические характеристики *ГОСТ Р 54650-2011*

Диапазон измерений массовой доли фосфора подвижного (в пересчете на P_2O_5), млн$^{-1}$	Показатель повторяемости (СКО повторяемости), σ_r, %	Показатель воспроизводимости (СКО воспроизводимости), σ_R, %	Предел повторяемости (относительное значение допускаемого расхождения между двумя результатами параллельных определений), r, %	Предел воспроизводимости (относительное значение допускаемого расхождения между двумя результатами измерений, полученными в разных лабораториях), R, %	Показатель точности (границы погрешности при вероятности Р=0,95), $\pm\delta$, %
1. Минеральные горизонты почв					
от 25 до 30 вкл.					*35*
св. 30 до 250 вкл.					*20*

9. Оборудование:
9.1. Средства измерений (СИ):
- наименование, тип (марка), зав. №, № свидетельства о поверке от чч.мм.гггг до чч.мм.гггг;
- …
9.2. Испытательное оборудование (ИО):
- наименование, марка, зав. №, № протокола аттестации от чч.мм.гггг до чч.мм.гггг;
- …
9.3. Вспомогательное оборудование (ВО):
- наименование, марка, зав. №;
- …
9.4. Средства контроля:
9.4.1. Стандартные образцы (СО):

- наименование, тип, номер и категория, аттестованное значение и погрешность аттестованного значения, номер партии, дата выпуска, годен до мм.гггг;
- …

9.5. Реактивы и материалы:

- наименование, квалификация, дата выпуска (чч.мм.гггг или мм.гггг), годен до чч.мм.гггг или мм.гггг;
- …

II. Результаты внедрения *ГОСТ Р 54650-2011*

1. Экспериментальная оценка показателя повторяемости ($\sigma_{r_л}$) результатов измерений в лаборатории …

2. Экспериментальная оценка показателя внутрилабораторной прецизионности ($\sigma_{R_л}$) результатов измерений в лаборатории …

3. Экспериментальные данные и их оценка

3.1. Оценка показателя повторяемости ($\sigma_{r_л}$) результатов измерений в лаборатории

№	X_1, *млн*$^{-1}$	X_2, *млн*$^{-1}$	$\overline{X}$, *млн*$^{-1}$	$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2}{n-1}$	$S^2_{\max}$	$\sum S^2$	$G_{\max} = \frac{S^2_{\max}}{\sum S^2}$	$G_{табл.}$	Заключение	$\sigma_{r_л}$, *млн*$^{-1}$, $\sigma_{r_л} \approx S_r = \sqrt{\frac{S^2}{L}}$	$\overline{\overline{X}}$, *млн*$^{-1}$
Диапазон измерений: *(…) млн*$^{-1}$											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
…											
Предел повторяемости результатов измерений, млн$^{-1}$: $r_л = Q(P;n) \cdot \sigma_{r_л}$											
Предел повторяемости результатов измерений, %: $r_л = \frac{r_л[млн^{-1}]}{\overline{\overline{X}}} \cdot 100$											

3.2. Оценка показателя внутрилабораторной прецизионности ($\sigma_{R_л}$) результатов измерений в лаборатории

№	X_1, *млн*$^{-1}$	X_2, *млн*$^{-1}$	$\overline{X}$, *млн*$^{-1}$	$\overline{\overline{X}}$, *млн*$^{-1}$	$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{l=1}^{L}(\overline{X} - \overline{\overline{X}})^2}{L-1}}$	$GR_{\max(\min)} = \frac{\lvert \overline{X}_{\max(\min)} - \overline{\overline{X}} \rvert}{S_R}$		$GR_{табл.}$	Заключение	$\sigma_{R_л} = \sqrt{S_R^2 + \frac{S_r^2}{2}}$, *млн*$^{-1}$
						GR_{max}	GR_{min}			
Диапазон измерений: *(…) млн*$^{-1}$										
1										
2										

3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
…										
Предел внутрилабораторной прецизионности результатов измерений, млн$^{-1}$: $R_л = Q(P;n)\cdot\sigma_{R_л}$										
Предел внутрилабораторной прецизионности результатов измерений, %: $R_л = \frac{R_л[млн^{-1}]}{\overline{\overline{X}}}\cdot 100$										

Заключение:

1) Показатель повторяемости результатов измерений $\sigma_{r_л} \le \sigma_r$, следовательно, процедура измерений в лаборатории соответствует требованиям *ГОСТ Р 54650-2011* и $\sigma_{r_л}$ может быть принят равным σ_r;

2) Показатель внутрилабораторной прецизионности результатов измерений $\sigma_{R_л} \le \sigma_R$, следовательно, процедура измерений в лаборатории соответствует требованиям *ГОСТ Р 54650-2011*.

4. Протокол установленных значений показателей качества результатов измерений при реализации МКХА в лаборатории

Протокол
установленных значений показателей качества результатов измерений
при реализации МКХА в лаборатории*

Наименование лаборатории, применяющей данный метод_____
Наименование метода измерений_____
Обозначение НД на метод измерений_____
Показатели качества результатов измерений были оценены на основе
данных специального эксперимента, контрольных измерений,
ненужное зачеркнуть
полученных в период с _____ по _____.

Диапазон измерений и значения показателей точности, правильности и внутрилабораторной прецизионности результатов измерений:

Диапазон измерений, *млн*$^{-1}$	Показатель внутрилабораторной прецизионности результатов измерений в виде СКО, $\sigma_{R_л}$, %	Показатель правильности результатов анализа (границы, в которых систематическая погрешность лаборатории находится с принятой вероятностью *P*), $\Delta_{с_л,н}$, $\Delta_{с_л,в}$ или $\pm\Delta_{с_л}$ при $\left\|\Delta_{с_л,н}\right\| = \Delta_{с_л,в}$	Показатель точности результатов анализа (границы, в которых погрешность любого из совокупности результатов анализа, полученных в лаборатории при реализации методики, находится с принятой вероятностью *P*), $\Delta_{л,н}$, $\Delta_{л,в}$ или $\pm\Delta_{л}$ при $\left\|\Delta_{л,н}\right\| = \Delta_{л,в}$
		-	-

СОГЛАСОВАНО
Представитель метрологической службы предприятия (менеджер по качеству лаборатории)

_____

"___"_____20__ г.

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель лаборатории

_____

"___"_____20__ г.

* Установленные значения показателей качества результатов измерений могут быть уточнены по результатам внутреннего контроля. В этом случае необходимо оформление нового протокола.

Типовые задачи на построение контрольных карт Шухарта (ККШ) (контрольная работа № 3)

– На основе данных таблицы 1 построить контрольную карту Шухарта (ККШ) для контроля внутрилабораторной прецизионности результатов измерений в рабочих пробах массовой концентрации анионных СПАВ в очищенной сточной воде по РД 52.24.368-2006 (в единицах измеряемых содержаний) для диапазона измерений от 0,010 мг/дм^3 до 0,050 мг/дм^3.

По результатам построения ККШ в таблицу 1 занести данные о несоответствии результатов контрольных процедур пределу действия и пределу предупреждения, а также результаты интерпретации данных ККШ, требующие корректирующих действий.

Таблица 1

Объект	вода сточная очищенная			
Определяемый показатель	анионные СПАВ			
НД на методику измерений	РД 52.24.368-2006 «Массовая концентрация анионных синтетических поверхностно-активных веществ в водах. Методика выполнения измерений экстракционно-фотометрическим методом»			
Единица измерений	мг/дм^3			
Диапазон измерений	0,010 – 0,050			
Показатель точности, *Δ*	0,007			
Показатель воспроизводимости, σ_R	0,004			
Период заполнения ККШ	20.04.2020 – 20.06.2020			
Предел предупреждения				
Предел действия				
Средняя линия				
Номер контрольной процедуры, *l*	Результаты контрольных измерений в рабочих пробах	Результат контрольной процедуры	Выводы о несоответствии результата контрольной	Результаты интерпретации данных ККШ, требующие корректирующих действий с целью обеспечить

	X_1	X_2	$R_{K_l} = \lvert X_1 - X_2 \rvert$	процедуры пределу действия и пределу предупреждения	стабильность процедуры измерений в рабочих пробах
1	0,0130	0,0112			
2	0,0205	0,0230			
3	0,0190	0,0262			
4	0,0280	0,0345			
5	0,0340	0,0260			
6	0,0338	0,0323			
7	0,0110	0,0150			
8	0,0435	0,0415			
9	0,0220	0,0232			
10	0,0202	0,0225			
11	0,0108	0,0120			
12	0,0216	0,0189			
13	0,0319	0,0330			
14	0,0176	0,0250			
15	0,0175	0,0270			
16	0,0448	0,0436			
17	0,0115	0,0136			
18	0,0225	0,0213			
19	0,0422	0,0410			
20	0,0218	0,0240			

– На основе данных таблицы 1 построить контрольную карту Шухарта (ККШ) для контроля погрешности результатов измерений массовой концентрации хлористых солей в нефти по ГОСТ 21534-76 с применением стандартного образца (в единицах измеряемых содержаний) для диапазона измерений от 10 мг/дм^3 до 50 мг/дм^3.

По результатам построения ККШ в таблицу 1 занести данные о несоответствии результатов контрольных процедур пределу действия и пределу предупреждения, а также результаты интерпретации данных ККШ, требующие корректирующих действий.

Таблица 1

Объект		нефть		
Определяемый показатель		хлористые соли		
НД на методику измерений		ГОСТ 21534-76 «Нефть. Методы определения содержания хлористых солей. 1. Определение содержания хлористых солей титрованием водного экстракта (метод А)»		
Единица измерений		мг/дм^3		
Диапазон измерений		10 – 50		
Предел повторяемости, *r*		3,0		
Период заполнения ККШ		12.02.2020 – 12.05.2020		
Аттестованное значение СО, *C*		48		
Предел предупреждения				
Предел действия				
Средняя линия				
Номер контрольной процедуры, *l*	Результаты последовательных определений		Результат контрольной процедуры $K_{K_l} = \lvert \overline{X}_l - C \rvert$	Выводы о несоответствии результата контрольной процедуры пределу действия и пределу предупреждения	Результаты интерпретации данных ККШ, требующие корректирующих действий с целью обеспечить стабильность процедуры измерений в рабочих пробах
	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$			
1	51,1	52,1			
2	49,9	50,7			
3	48,7	48,3			
4	46,8	47,6			
5	46,1	46,9			
6	46,2	43,8			
7	45,1	43,3			

8	51,9	50,5			
9	48,3	49,7			
10	48,5	50,3			
11	46,9	45,7			
12	48,6	47,6			
13	45,0	46,8			
14	47,8	48,8			
15	38,0	46,4			
16	46,4	46,0			
17	47,1	48,7			
18	47,8	49,6			
19	49,3	47,3			
20	48,5	49,7			
21	47,2	49,4			
22	48,0	46,0			
23	46,3	45,7			
24	46,2	45,6			
25	49,1	48,1			
26	49,9	48,5			
27	47,6	47,4			
28	44,0	45,2			
29	48,5	50,5			
30	50,1	50,3			
31	47,8	49,0			

Вопросы к зачету

1. Метрология – наука об измерениях. Основные понятия, термины и определения. Единицы величин, допускаемых к применению в Российской Федерации: наименования и обозначения, правила применения и написания; основные, производные, внесистемные, относительные и логарифмические единицы Международной системы единиц (СИ). Воспроизведение единицы величины и единство измерений (воспроизведение основной и производной единицы величины, передача и хранение единицы величины, эталоны единиц СИ).

2. Общие положения и принципы технического регулирования. Федеральный закон «О техническом регулировании» № 184-ФЗ, основные положения.

3. Технические регламенты (ТР): цели принятия ТР, содержание и применение ТР, виды ТР, порядок разработки, принятия, изменения и отмены ТР.

4. Подтверждение соответствия: цели, принципы, формы, добровольное подтверждение соответствия, знаки соответствия, обязательное подтверждение соответствия, декларирование соответствия, обязательная сертификация, организация обязательной сертификации, знак обращения на рынке.

5. Права и обязанности заявителя в области обязательного подтверждения соответствия, государственный контроль (надзор) за соблюдением требований ТР. Информация о нарушении требований ТР и отзыв продукции.

6. Основы метрологического обеспечения (МО). Нормативно-правовые основы метрологии. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ, основные положения.

7. Основные положения: цель, задачи и состав Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ).

8. Государственный метрологический надзор за обеспечением единства измерений (ОЕИ) в Российской Федерации.

9. Приведите классификацию видов и методов измерений, погрешностей измерений и их характеристик. Охарактеризуйте способы оценивания характеристик погрешностей (неопределенности) измерений.

10. Основные понятия и определения серии стандартов ГОСТ Р ИСО 5725-1-6-2002.

11. Концепция погрешности и неопределенности измерений: основные положения стандартов ГОСТ Р 54500.1-2011 / Руководство ИСО/МЭК 98-1:2009 «Неопределенность измерения. Часть 1.

Введение в руководства по неопределенности измерения», ГОСТ Р 54500.3-2011 / Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения».

12. Перечислите общие требования, предъявляемые к методикам (методам) измерений в свете требований Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ и ГОСТ Р 8.563-2009 «ГСИ. Методики (методы) измерений».

13. Показатели качества методик (методов) измерений: формы представления и способы выражения в соответствии с РМГ 61-2010 «ГСИ. Показатели точности, правильности и прецизионности методик количественного анализа. Методы оценки» и положениями ПМГ 96-2009 «ГСИ. Результаты и характеристики качества измерений. Формы представления».

14. Проведите сопоставительный анализ характеристик погрешности и неопределенности.

15. Приведите алгоритмы оценки приемлемости результатов измерений (в условиях повторяемости, прецизионности и воспроизводимости).

16. Установление расчетных значений показателей качества методик (методов) измерений (при отсутствии регламентации показателей качества в НД на методики (методы) измерений).

17. Внедрение стандартизованных методик (методов) количественного химического анализа (МКХА) в лаборатории. Процедуры подтверждения соответствия реализуемой в лаборатории МКХА требованиям нормативного документа: экспериментальная проверка правильности использования МКХА в лаборатории: по РМГ-76-2004 «ГСИ. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа» (способ I), по Р 50.2.060-2008 «ГСИ. Внедрение стандартизованных методик количественного химического анализа в лаборатории. Подтверждение соответствия установленным требованиям» (способ II).

18. Отчет по внедрению МКХА в конкретной лаборатории: содержание, правила составления и оформления, заключение по результатам внедрения.

19. Классификация средств измерений (СИ). Нормирование метрологических характеристик средств измерений (СИ).

20. Перечислите требования к метрологическому обеспечению СИ в свете Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ.

21. Метрологическое обеспечение СИ: государственные испытания, сертификация, поверка и калибровка.

22. Метрологическое обеспечение испытательного оборудования (ИО): аттестация по ГОСТ Р 8.568-97 «ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения».

23. Вспомогательное оборудование (ВО) и его техническое обеспечение (проверка технического состояния).

24. Основные термины и понятия в области стандартных образцов (СО). Категории стандартных образцов. Разработка СО, основные этапы и содержание работ, нормирование метрологических характеристик СО.

25. Требования к СИ и МКХА, применяемых для установления метрологических характеристик СО. Способы установления аттестованных значений СО и характеристик погрешности (неопределенности) аттестованных значений СО. Способы установления прослеживаемости аттестованных значений СО к единицам физических величин системы СИ или опорным значениям.

26. Общие требования к производителям СО. Подготовка, оформление и рассмотрение материалов испытаний СО в целях утверждения типа (МИ 3300-2010): описание типа, паспорт и этикетка СО. Применение СО.

27. Общие требования к разработке аттестованных смесей (АС) и документальное подтверждение их качества. Расчет метрологических характеристик АС по РМГ 60-2003 «ГСИ. Смеси аттестованные. Общие требования к разработке».

28. Степени чистоты химических реактивов. Общие требования к химическим реактивам, применяемым в химико-аналитических лабораториях. Особенности применения химических реактивов с истекшим сроком годности.

29. Количественный химический анализ (КХА) – специфический вид измерений. Погрешности измерений по ГОСТ 8.563-2009. Особенности прослеживаемости результатов КХА.

30. Контроль качества результатов КХА. Общие положения контроля. Виды и формы контроля. Внутренний контроль качества результатов КХА. Элементы системы внутреннего контроля: оперативный контроль процедуры анализа и контроль стабильности результатов анализа.

31. Алгоритмы оперативного контроля процедуры анализа: контрольные процедуры для контроля погрешности (КПКП) с применением образцов для контроля (ОК), метода добавок совместно с методом разбавления пробы, метода добавок, метода разбавления пробы, контрольной методики анализа, метода варьирования навески. Оперативный контроль повторяемости.

32. Контроль стабильности результатов анализа с применением контрольных карт: общие представления, контрольные карты Шухарта (ККШ) и контрольные карты кумулятивных сумм.

33. Построение ККШ в единицах измеряемых содержаний, приведенных и относительных величинах (расчет значений средней линии, предела предупреждения, предела действия, результата контрольной процедуры, нанесение результатов контрольных процедур на карту (построение карты), интерпретация данных ККШ; применение статистических таблиц.).

34. Алгоритмы проведения контрольных процедур, используемых при построении контрольных карт: для контроля повторяемости, внутрилабораторной прецизионности.

35. Контроль повторяемости, внутрилабораторной прецизионности, погрешности. Анализ данных контрольных карт и их интерпретация.

36. Контроль погрешности с использованием контрольных карт на основе применения контрольных проб.

37. Построение контрольной карты кумулятивных сумм. Контроль погрешности с использованием контрольных карт кумулятивных сумм.

38. Контроль стабильности результатов анализа в форме периодической проверки подконтрольности процедуры выполнения анализа с применением ОК, метода добавок с использованием одной рабочей пробы, метода добавок с использованием нескольких рабочих проб.

39. Контроль стабильности результатов анализа в форме выборочного статистического контроля внутрилабораторной прецизионности и погрешности результатов анализа. Приемочные и браковочные числа.

40. Проверка квалификации лабораторий посредством межлабораторных сличительных испытаний (МСИ): общие положения.

41. Роль и место испытательных лабораторий в деятельности по оценке соответствия в свете требований Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ, Федерального закона «О техническом регулировании» № 184-ФЗ, ГОСТ ISO/IEC 17025-2019, ГОСТ ISO/IEC 17011-2018.

42. Основные положения Федерального закона «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» № 412-ФЗ от 28.12.2013. Федеральная служба по аккредитации РФ.

43. Критерии аккредитации лабораторий (Приказ Министерства экономического развития РФ от 30.05.2014 № 326, ГОСТ ISO/IEC 17025-2019).

44. Подача заявления на прохождение процедуры подтверждения компетентности (ПК) лабораторией. Сроки и порядок прохождения. Результаты ПК.

45. Документы, подтверждающие соответствие лаборатории критериям аккредитации: Руководство по качеству, документы, подтверждающие соблюдение установленных требований к работникам лаборатории и документ, содержащий сведения о работниках лаборатории, документ по оснащенности лаборатории средствами измерений (СИ), документ по оснащенности лаборатории испытательным оборудованием (ИО), документ по оснащенности лаборатории вспомогательным оборудованием (ВО), документ по оснащенности лаборатории стандартными образцами (СО), документ по помещениям, используемым для проведения исследований (испытаний), измерений. Формы и примеры оформления.

46. Документы, описывающие систему менеджмента качества (СМК) лаборатории. Руководство по качеству: требования к содержанию и оформлению. Заявление о Политике в области качества.

47. Выписка из реестра аккредитованных лиц (аттестат аккредитации) и область аккредитации лаборатории: принципы и особенности оформления. Рекомендуемые образцы документов, подтверждающих соответствие лаборатории критериям аккредитации.

Оформление документов, подтверждающих соответствие лаборатории критериям аккредитации. Область аккредитации испытательной лаборатории (центра). Рекомендации по описанию области аккредитации испытательной лаборатории (центра) (Приказ Росаккредитации от 25.01.2019 № 11). Правила составления и оформления области аккредитации лаборатории.

6.2. Критерии оценивания компетенций:.

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	2	3	4	5
1	ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает общие требования, предъявляемые к методикам (методам) измерений, техническим средствам (СИ, ИО, ВО), стандартным образцам (СО), аттестованным смесям (АС) и химическим реактивам, способы оценивания характеристик погрешности (неопределенности) измерений, основы внедрения стандартизованных методик (методов) количественного химического анализа (МКХА) в химико-аналитической (испытательной) лаборатории. Умеет осуществлять выбор способа обработки результатов количественного химического анализа (КХА), полученных при реализации методики (метода) измерений в химико-аналитической (испытательной) лаборатории, осуществлять процедуру подтверждения соответствия реализуемой в лаборатории методики (метода) измерений требованиям нормативного документа на методику (метод) измерений, составлять отчет о внедрении методики количественного химического анализа (МКХА) в лаборатории.	Устные опросы на практических занятиях, контрольные работы, итоговое собеседование на зачете	Устный ответ на практическом занятии: в зависимости от полноты ответа и степени сложности вопроса оценивается от 0 до 5 баллов. Контрольная работа: в зависимости от полноты выполнения и сложности задания оценивается от 0 до 30 баллов. Зачет: для получения «зачтено» по дисциплине (модулю) необходимо устно полно ответить на два теоретических вопроса и решить одну задачу зачетного билета. Студенты, набравшие по результатам текущего контроля 61 балл и более получают «зачтено». Студенты, набравшие менее
2	ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку	Знает формы представления и способы выражения показателей качества методик (методов) измерений, взаимосвязь форм	Устные опросы на практических	

	специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	представления и способов выражения показателей качества методик (методов) измерений и показателей качества результатов количественного химического анализа (КХА). Умеет устанавливать расчетные значения показателей качества методик (методов) измерений, планировать эксперимент по оценке показателей качества результатов измерений, экспериментально устанавливать показатели качества результатов измерений.	занятиях, контрольные работы, итоговое собеседование на зачете	61 балла, сдают зачет по дисциплине (модулю). Для аттестации на зачете предлагается билет, содержащий два вопроса из разных разделов дисциплины (модуля) и одну задачу. Зачет по теоретической части проводится в устной форме. Задача должна содержать развернутое решение и ответ
3	ПК-4. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	Знает методологические основы и принципы планирования и организации контроля качества результатов измерений. Умеет проводить контроль качества результатов измерений в химической лаборатории, а также корректирующие мероприятия по результатам контроля качества результатов измерений.	Устные опросы на практических занятиях, контрольные работы, итоговое собеседование на зачете	

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1. Основная литература:

1. Москвичева, Е. Л. Основы стандартизации и сертификации: учебно-методическое пособие / Е. Л. Москвичева, А. В. Керов. – Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. – 120 с. – ISBN 2227-8397. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/90684.html (дата обращения: 10.04.2020). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

7.2. Дополнительная литература:

1. Сергеев, А.Г. Метрология: история, современность, перспективы: учебное пособие / А.Г. Сергеев. – Москва: Университетская книга; Логос. 2020. – 384 с. – (Новая университетская библиотека). – ISBN 978-5-98704-554-1. – Текст: электронный. – URL: https://znanium.com/catalog/product/1214519 (дата обращения: 10.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Викулина, В.Б. Метрологическое обеспечение контроля качества воды: учебное пособие / В. Б. Викулина, П. Д. Викулин. – Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. – 183 с. – ISBN 978-5-7264-0560-5. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/16372.html (дата обращения: 10.04.2020). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3. Аналитическая химия: учеб. для студентов вузов, обуч. по спец. «Химия» / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. – Москва: Академия, 2011. – 448 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

1. www.gost.ru
2. www.fundmetrology.ru
3. www.anchem.ru
4. www.metrologu.ru
5. www.pravo.gov.ru
6. www.fsa.gov.ru
7. www.cntd.ru
8. www.docs.cntd.ru
9. www.edu.ru

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. http://www.consultant.ru/
2. https://www.icdlib.nspu.ru/
3. https://www.rusneb.ru/

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

1. Информационно-телекоммуникационная сеть «Интернет».
2. Информационный портал ИБЦ ТюмГУ.
3. Справочно-информационная система «Кодекс-Техэксперт» (онлайн-доступ в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»).
4. Федеральная государственная информационная система «АРШИН» (ФГИС «АРШИН»): https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry (публичный портал).
5. Автоматизированная информационная система Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации (АИС «МГС»): http://mgs.gost.ru (открытый портал).

- **Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:**

1. Платформа для электронного обучения Microsoft Teams
2. Офисный пакет приложений Microsoft Office (Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint и др.) для решения вычислительных задач, составления отчетов и презентаций

- **Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:**

1. Convert
2. FAR Manager

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, а также помещения для самостоятельной работы.

Аудитории для лекционных и практических занятий должны быть обеспечены мультимедийным оборудованием (компьютер, проектор, система воспроизведения звука и др.). для демонстрации презентаций, видеофильмов и пр.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной
работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова/
01 июня 2020 г.

МЕХАНИЗМЫ ОРГАНИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Ширяев А.А. Механизмы органических реакций. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль:Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Механизмы органических реакций [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Ширяев А.А., 2020.

1. Пояснительная записка

Цель дисциплины – усвоение обучающимися основных концепций механизма химического превращения в органической химии, углубленное изучение типов механизмов, их классификации и описания и методов установления механизмов.

Задачи дисциплины:

познакомиться с основными типами механизмов в органических реакциях;

углубить знания о типах механизмов реакций;

изучить способы использования информации о механизме реакции для управления ее протеканием.

1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули) части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплина (модуль) по выбору.

Дисциплина осваивается в 8 семестре. В информационном и логическом отношениях курс основан на материале дисциплины блока обязательной части «Органическая химия». Обучающиеся должны предварительно знать: основные типы органических соединений и органических реакций.

Материал, рассматриваемый при изучении данной дисциплины, может быть востребован при выполнении выпускной квалификационной работы

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины *(модуля)*

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)
ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает основные концепции механизма химических превращений в органической химии, классификацию типов механизмов реакций и их описание
	Умеет использовать информацию о механизме реакции для управления ее протеканием, осуществлять подбор оптимальных условий и эффективных катализаторов для осуществления химического превращения
ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает современные подходы по качественному и количественному описанию и предсказанию реакционной способности органических соединений
	Умеет осуществить поиск научной литературы по тематике, проводить отбор статей, относящихся к тематике исследования
ПК-6. Способен организовывать материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР	Знает материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР по тематике исследования
	Умеет организовывать работу по планированию материально-технического сопровождение НИР и НИОКР, составлять общий план НИР и НИОКР

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	**Всего часов** (академические часы)	**Часов в семестре** (академические часы)
		8
Общий объем зач. ед.	**4**	**4**
час	**144**	**144**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	**90**	**90**
Лекции	30	30
Практические занятия	60	60
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**54**	**54**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		зачет

3. Система оценивания

3.1. Для организации текущего контроля успеваемости студентов используется 100-балльная рейтинговая система. Применяемые в модуле формы текущего контроля: ответы на практическом занятии, написание теста и итоговой контрольной работы.

Баллы начисляются студентам за следующие активности:

- работа на учебной встрече 0 - 2 балла;
- тест 0 - 6 баллов;
- контрольная работа 0 - 26 баллов.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся, переводятся в формат традиционной шкалой перевода:

– от 0 до 60 баллов – «не зачтено».
– от 61 до 100 баллов – «зачтено».

Студенты, которые не набрали 61 балл, сдают зачет по дисциплине в устной форме.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	**Наименование тем и/или разделов**	**Объем дисциплины (модуля), час.**				
		Всего	**Виды аудиторной работы** (академические часы)			**Иные виды контактной работы**
			Лекции	**Практические занятия**	**Лабораторные/ практические занятия по подгруппам**	
1	2	3	4	5	6	7
1	Концепция механизма химического превращения,	10	4	6	0	0

	ее значение в органической химии					
2	Химические процессы и химические реакции	9	0	4	0	0
3	Интермедиаты и элементарные стадии.	9	0	9	0	0
4	Связь между механизмом и внешними условиями.	9	0	4	0	0
5	Проблема формального описания механизмов реакций	7	2	5	0	0
6	Экспериментальные методы обнаружения интермедиатов реакций	7	2	4	0	0
7	Свободнорадикальные механизмы	9	4	4	0	0
8	Механизмы ионных реакций	11	4	7	0	0
9	Синхронные реакции	9	2	4	0	0
10	Механизмы гетерогенно-каталитических реакций	10	4	4	0	0
11	Металлокомплексный катализ	10	4	5	0	0
12	Механизмы межфазного и мицеллярного катализа	9	4	4	0	0
	Итого (часов)	144	30	60	0	3*

** – учитывает контактную работу на консультации и зачете.*

4.2. Содержание дисциплины *(модуля)* по темам

Тема 1. Концепция механизма химического превращения, ее значение в органической химии

Ознакомление с современными представлениями о механизмах органических реакций и методами их детального изучения. Концепция механизма химического превращения, ее значение в органической химии. Химические процессы и химические реакции. Простые и сложные реакции. Понятие «механизм» как совокупность элементарных стадий процесса химического превращения. Интермедиаты. Последовательные и параллельные стадии. Консекутивные реакции. Пути и маршруты.

Тема 2. Химические процессы и химические реакции

Химические процессы и химические реакции. Простые и сложные реакции. Понятие «механизм» как совокупность элементарных стадий процесса химического превращения. Поверхность потенциальной энергии реакции, координата реакции и изменение энергии системы вдоль нее. Энергетический профиль одно- и многостадийных реакций. Основные постулаты, используемые для изучения механизмов реакций. Принцип структурного соответствия переходного состояния и интермедиата- постулат Хэммонда. Микроскопическая обратимость. Принципы Белла-Эванса-Поляни и Кертиса - Гаммета. Постулат Лефлера. Определение скорости реакции и её кинетических параметров, кинетический изотопный эффект, изотопная метка, обнаружение интермедиатов, установление стерео- и регионаправленности реакций. Эффекты заместителей и растворителей. Термодинамический, кинетический, диффузионный контроль реакции. Классификация органических реакций: по типу разрыва и образования связей, по типу механизма." Основные электронные эффекты: индуктивный, эффект поля, сопряжение, сверхсопряжение.

Стерические взаимодействия. Количественная оценка эффектов заместителей и прогнозирование реакционной способности: принцип линейности свободных энергий (Гаммет). Корреляционные уравнения. Множественность сигма-констант заместителей. Выделение вкладов различных эффектов, многопараметровые корреляционные уравнения.

Тема 3 Интермедиаты и элементарные стадии

Интермедиаты и элементарные стадии. Последовательные и параллельные стадии. Консекутивные реакции. Пути и маршруты. Переходное состояние, интермедиат, промежуточные комплексы. Основные типы промежуточных частиц. Катионы, анионы, радикалы, карбены, катион- и анион-радикалы, неустойчивые ненасыщенные частицы. Строение, получение и влияние структуры на их устойчивость. Методы обнаружения промежуточных частиц: применение современных физико-химических методов (ЯМР, ЭПР, ИК, УФ спектроскопия), стереохимические методы, распределение изотопной метки, перекрестные эксперименты, метод ловушек

Тема 4. Связь между механизмом и внешними условиями.

Связь между механизмом и внешними условиями. Способы влияния на механизм реакции. Катализ. Проблема управления протеканием химической реакции в отношении путей и селективностей и подходы к ее решению. Общая характеристика природы межмолекулярных взаимодействий в растворах: специфические (водородная связь, донорно-акцепторное взаимодействие) и неспецифические (дисперсионные, индукционные, ориентационные). Определение процесса сольватации по Крестову. Составляющие процесса сольватации: образование полости, межмолекулярное взаимодействие, реорганизация. Методы оценки энергии образования полости. Первая качественная модель влияния растворителя на скорость реакций нуклеофильного замещения (Ингольд, Хьюз). Количественный учет эффектов среды: теоретический, корреляционный и термодинамический. Корреляционный подход: теоретические и эмпирические параметры сольватирующей способности растворителей. Шкалы полярности растворителей: Косовер, Димрот, Тафт, Камлет. Характеристика донорно-акцепторной способности среды.

Тема 5. Формальное описание механизмов реакций.

Проблема формального описания механизмов реакций. Методы теории топологических графов. Линейные и разветвленные схемы механизмов. Цепные механизмы и циклические схемы. Количественные характеристики. Классификационные схемы.

Проблема формального описания механизмов реакций. Методы теории топологических графов.

Линейные и разветвленные схемы механизмов. Цепные механизмы и циклические схемы. Количественные характеристики. Классификационные схемы.

Тема 6. Экспериментальные методы.

Экспериментальные методы обнаружения интермедиатов с различным типом строения. Количественный химический анализ, электрохимические методы, спектральные методы. Химические ловушки. Поляриметрия. Методы изотопных меток радиоактивных индикаторов. Косвенные методы обнаружения интермедиатов по анализу интегральных кинетических уравнений.

Экспериментальные методы обнаружения интермедиатов с различным типом строения. Количественный химический анализ, электрохимические методы, спектральные методы.

Химические ловушки. Поляриметрия. Методы изотопных меток радиоактивных индикаторов. Косвенные методы обнаружения интермедиатов по анализу интегральных кинетических уравнений.

Тема 7. Свободнорадикальные механизмы.

Свободные радикалы. Генерирование свободных радикалов. Строение свободных радикалов и их реакционная способность по отношению к органическим субстратам различных классов. Типы свободнорадикальных механизмов: последовательные и цепные, линейные и разветвленные.

Свободные радикалы. Генерирование свободных радикалов. Строение свободных радикалов и их реакционная способность по отношению к органическим субстратам различных классов. Типы свободнорадикальных механизмов: последовательные и цепные, линейные и разветвленные.

Свободнорадикальные механизмы в различных типах органических реакций: замещения, присоединения-элиминирования, изомеризации. Свободнорадикальные реакции в промышленной химии: крекинг и пиролиз, окисление-восстановление, галогенирование и др. Селективность в свободнорадикальных реакциях, способы ее оценки и регулирования. Ингибирование свободнорадикальных реакций.

Свободнорадикальные механизмы в различных типах органических реакций: замещения, присоединения-элиминирования, изомеризации. Свободнорадикальные реакции в промышленной химии.

Тема 8. Механизмы ионных реакций.

Механизмы ионных реакций. Интермедиаты ионного типа: электрофилы и нуклеофилы. Генерирование ионов. Строение ионов и их реакционная способность по отношению к органическим субстратам различных классов. Типы ионных механизмов: электрофильные и нуклеофильные, последовательные и цепные, ассоциативные и диссоциативные.

Интермедиаты ионного типа: электрофилы и нуклеофилы. Генерирование ионов. Строение ионов и их реакционная способность по отношению к органическим субстратам различных классов.

Типы ионных механизмов: электрофильные и нуклеофильные, последовательные и цепные, ассоциативные и диссоциативные.

Ионные механизмы в различных типах органических реакций: замещения, присоединения-элиминирования, изомеризации. Ионные реакции в промышленной химии: изомеризация алканов, каталитический крекинг, алкилирование, конденсация и др. Селективность в ионных реакциях, способы ее оценки и регулирования. Кислотно-основной катализ в ионных реакциях.

Ионные реакции в промышленной химии: изомеризация алканов, каталитический крекинг, алкилирование, конденсация и др.

Тема 9.Синхронные реакции.

Специфика синхронных реакций как процессов «без механизма». Электроциклические реакции, закономерности их протекания. Причины высокой селективности синхронных реакций. Правила отбора: метод корреляционных диаграмм Вудворда-Хоффмана, метод граничных орбиталей Фукуи и др.

Специфика синхронных реакций как процессов «без механизма». Электроциклические реакции, закономерности их протекания. Причины высокой селективности синхронных реакций.

Правила отбора: метод корреляционных диаграмм Вудворда-Хоффмана, метод граничных орбиталей Фукуи и др.

Электроциклические реакции, сигматропные перегруппировки. Конротаторное и дисротаторное замыкание циклов. Реакции 2+2 и 2+4 циклоприсоединения. Термически и фотохимически разрешенные реакции.

Тема 10. Механизмы гетерогенно-каталитических реакций.

Основные стадии гетерогенно-каталитической реакции: диффузия (типы диффузии, кинетические области и кривая Зельдовича, переходы между кинетическими и диффузионными областями.

Основные стадии гетерогенно-каталитической реакции: диффузия (типы диффузии, кинетические области и кривая Зельдовича, переходы между кинетическими и диффузионными областями.

Адсорбция (адсорбционно-десорбционное равновесие, его параметры — адсорбционные коэффициенты, теплота адсорбции и др., физическая и химическая адсорбция, конкурентная адсорбция, адсорбированное состояние вещества и его реакционная способность), химические превращения на поверхности (латеральная диффузия и столкновения, типы кинетических механизмов на поверхности, ударные механизмы), принципы соответствия в гетерогенном катализе.

Адсорбция (адсорбционно-десорбционное равновесие, его параметры — адсорбционные коэффициенты, теплота адсорбции и др., физическая и химическая адсорбция, конкурентная адсорбция, адсорбированное состояние вещества и его реакционная способность),

Химические превращения на поверхности (латеральная диффузия и столкновения, типы кинетических механизмов на поверхности, ударные механизмы), принципы соответствия в гетерогенном катализе.

Тема 11. Металлокомплексный катализ.

Металлокомплексный катализ. Комплексы переходных металлов, особенности их состава и строения. Стадии каталитического процесса с участием КПМ: замещение лиганда, внутримолекулярная перегруппировка, диссоциация и лигандный обмен. Каталитические циклы. Принципы соответствия в металлокомплексном катализе.

Металлокомплексный катализ. Комплексы переходных металлов, особенности их состава и строения. Стадии каталитического процесса с участием КПМ.

Примеры реакций: гидрирование, окисление, гидроформилирование, изомеризация. Промышленные процессы с участием металлокомплексных катализаторов: селективное гидрирование, окисление алкенов (Вакер-процесс), гидроформилирование и гидрокарбоксилирование и др.

Каталитические циклы. Принципы соответствия в металлокомплексном катализе.

Промышленные процессы с участием металлокомплексных катализаторов: селективное гидрирование, окисление алкенов (Вакер-процесс), гидроформилирование и гидрокарбоксилирование и др.

Промышленные процессы с участием металлокомплексных катализаторов: селективное гидрирование, окисление алкенов (Вакер-процесс), гидроформилирование и гидрокарбоксилирование и др.

Тема 12. Механизмы межфазного и мицеллярного катализа.

Мицеллярный катализ. Поверхностно-активные вещества. Мицеллообразование в водных и органических средах. Распределение реагентов в мицеллярном растворе. Природа каталитического эффекта. Межфазный катализ. Особенности химических реакций в многофазных системах.

Мицеллярный катализ. Поверхностно-активные вещества. Мицеллообразование в водных и органических средах. Распределение реагентов в мицеллярном растворе. Природа каталитического эффекта. Межфазный катализ. Особенности химических реакций в многофазных системах.

Процессы переноса через поверхности раздела фаз. Катализаторы-переносчики, механизм их действия. Перспективы комплексного использования эффектов межфазного, мицеллярного и металлокомплексного катализа в органических реакциях. Реакции эмульсионного окисления углеводородов. Механизм совместного действия поверхностно-активных веществ и комплексов переходных металлов.

Типовые вопросы для самоконтроля по темам дисциплины(модуля).

1. Тема: "Концепция механизма химического превращения, ее значение в органической химии ". Вопросы:

Концепция механизма химического превращения, ее значение в органической химии. Химические процессы и химические реакции. Простые и сложные реакции. Понятие «механизм» как совокупность элементарных стадий процесса химического превращения. Интермедиаты. Последовательные и параллельные стадии. Консекутивные реакции. Пути и маршруты. Связь между механизмом и внешними условиями. Способы влияния на механизм реакции. Катализ. Проблема управления протеканием химической реакции в отношении путей и селективностей и подходы к ее решению.

2. Тема: "Химические процессы и химические реакции". Вопросы:

Химические процессы и химические реакции. Простые и сложные реакции. Понятие «механизм» как совокупность элементарных стадий процесса химического превращения.

3. Тема: "Интермедиаты и элементарные стадии". Вопросы:

Интермедиаты и элементарные стадии. Последовательные и параллельные стадии. Консекутивные реакции. Пути и маршруты.

4. Тема: "Связь между механизмом и внешними условиями". Вопросы:

Связь между механизмом и внешними условиями. Способы влияния на механизм реакции. Катализ. Проблема управления протеканием химической реакции в отношении путей и селективностей и подходы к ее решению.

5. Тема: "Проблема формального описания механизмов реакций". Вопросы:

Проблема формального описания механизмов реакций. Методы теории топологических графов. Линейные и разветвленные схемы механизмов. Цепные механизмы и циклические схемы. Количественные характеристики. Классификационные схемы.

6. "Экспериментальные методы обнаружения интермедиатов реакций" Вопросы:

Экспериментальные методы обнаружения интермедиатов с различным типом строения. Количественный химический анализ, электрохимические методы, спектральные методы. Химические ловушки. Поляриметрия. Методы изотопных меток радиоактивных индикаторов. Косвенные методы обнаружения интермедиатов по анализу интегральных кинетических уравнений.

7. "Свободнорадикальные механизмы" Вопросы:

Свободные радикалы. Генерирование свободных радикалов. Строение свободных радикалов и их реакционная способность по отношению к органическим субстратам различных классов. Типы свободнорадикальных механизмов: последовательные и цепные, линейные и разветвленные. Свободнорадикальные механизмы в различных типах органических реакций: замещения, присоединения-элиминирования, изомеризации. Свободнорадикальные реакции в промышленной химии: крекинг и пиролиз, окисление-восстановление, галогенирование и др. Селективность в свободнорадикальных реакциях, способы ее оценки и регулирования. Ингибирование свободнорадикальных реакций.

8. "Механизмы ионных реакций" Вопросы:

Механизмы ионных реакций. Интермедиаты ионного типа: электрофилы и нуклеофилы. Генерирование ионов. Строение ионов и их реакционная способность по отношению к органическим субстратам различных классов. Типы ионных механизмов: электрофильные и нуклеофильные, последовательные и цепные, ассоциативные и диссоциативные. Ионные механизмы в различных типах органических реакций: замещения, присоединения-элиминирования, изомеризации. Ионные реакции в промышленной химии: изомеризация алканов, каталитический крекинг, алкилирование, конденсация и др. Селективность в ионных реакциях, способы ее оценки и регулирования. Кислотно-основной катализ в ионных реакциях.

9. "Синхронные реакции" Вопросы:

Специфика синхронных реакций как процессов «без механизма». Электроциклические реакции, закономерности их протекания. Причины высокой селективности синхронных реакций. Правила отбора: метод корреляционных диаграмм Вудворда-Хоффмана, метод граничных орбиталей Фукуи и др.

10. "Механизмы гетерогенно-каталитических реакций" Вопросы:

Основные стадии гетерогенно-каталитической реакции: диффузия (типы диффузии, кинетические области и кривая Зельдовича, переходы между кинетическими и диффузионными областями. Адсорбция (адсорбционно-десорбционное равновесие, его параметры — адсорбционные коэффициенты, теплота адсорбции и др., физическая и химическая адсорбция, конкурентная адсорбция, адсорбированное состояние вещества и его реакционная способность), химические превращения на поверхности (латеральная диффузия и столкновения, типы кинетических механизмов на поверхности, ударные механизмы), принципы соответствия в гетерогенном катализе.

11. "Металлокомплексный катализ" Вопросы:

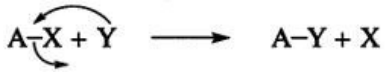
Металлокомплексный катализ. Комплексы переходных металлов, особенности их состава и строения. Стадии каталитического процесса с участием КПМ: замещение лиганда, внутримолекулярная перегруппировка, диссоциация и лигандный обмен. Каталитические циклы. Принципы соответствия в металлокомплексном катализе. Примеры реакций: гидрирование, окисление, гидроформилирование, изомеризация. Промышленные процессы с участием металлокомплексных катализаторов: селективное гидрирование, окисление алкенов (Вакер-процесс), гидроформилирование и гидрокарбоксилирование и др.

12. "Механизмы межфазного и мицеллярного катализа " Вопросы:

Мицеллярный катализ. Поверхностно-активные вещества. Мицеллообразование в водных и органических средах. Распределение реагентов в мицеллярном растворе. Природа каталитического эффекта. Межфазный катализ. Особенности химических реакций в многофазных системах. Процессы переноса через поверхности раздела фаз. Катализаторы-переносчики, механизм их действия. Перспективы комплексного использования эффектов межфазного, мицеллярного и металлокомплексного катализа в органических реакциях. Реакции эмульсионного окисления углеводородов. Механизм совместного действия поверхностно-активных веществ и комплексов переходных металлов.

Примерные тестовые вопросы:

1. Определите тип химической реакции:

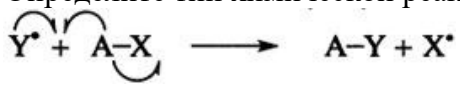


   a) Нуклеофильное замещение;
   b) Электрофильное замещение;
   c) Свободнорадикальное замещение;
   d) Изомеризация.

2. Определите тип химической реакции:

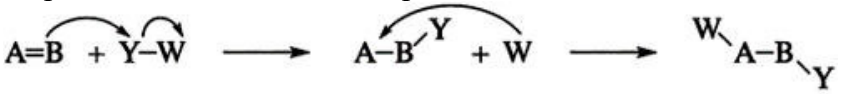
   a) Нуклеофильное замещение;
   b) Электрофильное замещение;
   c) Свободнорадикальное замещение;
   d) Изомеризация.

3. Определите тип химической реакции:



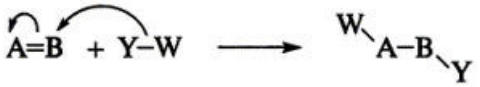
   a) Нуклеофильное замещение;
   b) Электрофильное замещение;
   c) Свободнорадикальное замещение;
   d) Изомеризация.

4. Определите тип химической реакции:



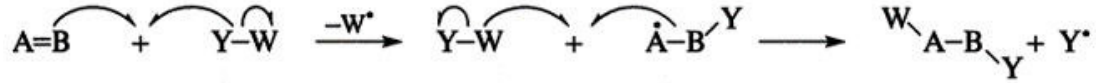
   a) Электрофильное присоединение (гетеролитическое);
   b) Нуклеофильное присоединение (гетеролитическое);
   c) Свободнорадикальное присоединение (гемолитическое);
   d) Синхронное присоединение (перициклическое).

5. Определите тип химической реакции:



   a) Электрофильное присоединение (гетеролитическое);
   b) Нуклеофильное присоединение (гетеролитическое);
   c) Свободнорадикальное присоединение (гемолитическое);
   d) Синхронное присоединение (перициклическое).

6. Определите тип химической реакции:



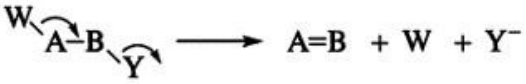
   a) Электрофильное присоединение (гетеролитическое);

b) Нуклеофильное присоединение (гетеролитическое);
c) Свободнорадикальное присоединение (гемолитическое);
d) Синхронное присоединение (перициклическое).

7. Определите тип химической реакции:

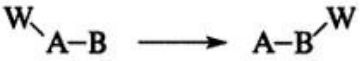
a) Электрофильное присоединение (гетеролитическое);
b) Нуклеофильное присоединение (гетеролитическое);
c) Свободнорадикальное присоединение (гемолитическое);
d) Синхронное присоединение (перициклическое).

8. Определите тип химической реакции:



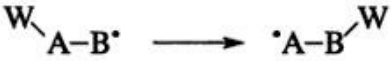
a) β-Элиминирование;
b) Миграция с электронной парой (нуклеофильная);
c) Миграция с одним электроном (свободнорадикальная);
d) Миграция без электронов (электрофильная).

9. Определите тип химической реакции:



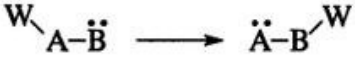
a) β-Элиминирование;
b) Миграция с электронной парой (нуклеофильная);
c) Миграция с одним электроном (свободнорадикальная);
d) Миграция без электронов (электрофильная).

10. Определите тип химической реакции:



a) β-Элиминирование;
b) Миграция с электронной парой (нуклеофильная);
c) Миграция с одним электроном (свободнорадикальная);
d) Миграция без электронов (электрофильная).

11. Определите тип химической реакции:



a) β-Элиминирование;
b) Миграция с электронной парой (нуклеофильная);
c) Миграция с одним электроном (свободнорадикальная);
d) Миграция без электронов (электрофильная).

12. Для ионных реакций органических соединений характерно:
a) процессы, идущие с гетеролитическим разрывом ковалентных связей, когда оба электрона связи остаются с одной из ранее связанных частиц;
b) процессы, идущие с гомолитическим разрывом ковалентной связи;
c) пара электронов, образующая связь, делится таким образом, что каждая из - образующихся частиц получает по одному электрону;
d) в результате гомолитического разрыва образуются свободные радикалы.

13. Для радикальных реакций органических соединений характерно:
a) процессы, идущие с гетеролитическим разрывом ковалентных связей, когда оба электрона связи остаются с одной из ранее связанных частиц;
b) процессы, идущие с гомолитическим разрывом ковалентной связи;
c) в результате гетеролитического разрыва связи получаются заряженные частицы: нуклеофильная и электрофильная

d) образующаяся нуклеофильная частица(нуклеофил) имеет пару электронов на внешнем энергетическом уровне, а электрофильная частица (электрофил) имеет незаполенный валентный электронный уровень

14. При хлорировании бутадиена-1,3 в среде инертного растворителя при повышении температуры преимущественно образуется:
    a) 1,2-дихлорбутен-2
    b) 1,4-дихлорбутен-2
    c) 2,3-дихлорбутен-2
    d) 1,4-дихлорбутан
15. Механизм реакции взаимодействия метана с хлором при облучении называется …
    e) ионным
    f) нуклеофильным
    g) радикальным
    h) электрофильным
16. Хлорирование бензола на свету протекает по _____ механизму.
    i) нуклеофильному
    j) молекулярному
    k) донорно-акцепторному
    l) радикальному
17. Присоединение галогеноводородов к алкенам протекает по правилу …
    m) Вернера
    n) Марковникова
    o) Вант-Гоффа
    p) Зайцева

Примерные вопросы к контрольной работе:

1. Приведите электронное строение атома углерода.
2. Что такое гибридизация? sp^3-, sp^2-. sp-гибридные орбитали углерода. Приведите примеры.
3. Объясните, почему происходит уменьшение длины связи углерод-углерод в ряду: этан, этилен, ацетилен?
4. Что такое сопряжение? Приведите примеры.
5. В чем состоит отличие σ- и π-орбнталей? Охарактеризуйте особенности формирования π-орбиталей.
6. Что такое ароматичность? Правило Хюккеля (4n+2). Охарактеризуйте ароматические системы с n = 0 - 4.
7. Укажите основные отличия в химических свойствах ароматических и алифатических соединений.
8. Линейное, ангулярное и *пери*-аннелирование в построении ароматических полициклических соединений.
9. Какие аналогии можно установить при переходе от ароматических карбоциклических к ароматичсским гетероциклнческим системам?
10. В чем отличие «пиридинового» и «пиррольного» атомов азота?
11. Поясните: почему [18]аннулен является ароматическим соединением, а [16]аннулен - нет?
12. Что понимается под термином «контур сопряжения»?
13. Каким образом правило Хюккеля может быть применено для оценки ароматичности полициклических соединений?
14. В чем заключается особенность строения ароматической системы порфина?
15. Приведите определение кислотности и основности по Брёнстеду и по Льюису.
16. В чем принципиальное различие в этих подходах к оценке кислотности?
17. На примере карбоксильной группы поясните проявление кислотных свойств. Какие факторы определяют способность к отщеплению протона?

18. Каким образом оценивается сила кислот в водной среде? Что такое константа кислотной диссоциации и как она связана с pH среды?

19. Что такое основность по Брёнстеду? Чем определяется способность органических соединений проявлять основные свойства?

20. Каким образом оценивается сила основания в водной среде? Почему концентрация растворителя не входит в выражение константы диссоциации?

21. Каким образом осуществляется переход от шкалы основности к единой шкале кислотности и основности? Приведите соответствующие уравнения?

22. Как оценивается кислотность по Льюису?

23. Назовите факторы, влияющие на кислотность алифатических карбоновых кислот?

24. Почему электронодонорные заместители понижают кислотность?

25. Расположите вещества в ряд по убыванию кислотности. Ответы аргументируйте.

1	HCOOH	CH_3CH_2COOH	HOOC-COOH	CH_3COOH
2	CH_3COOH	CF_3COOH	$(CH_3)_3CCOOH$	CCl_3COOH
3	H_2CO_3	HCOOH	CH_3CH_2COOH	$CH_2=CHCOOH$

26.Приведите примеры влияния стсричсских факторов на основность аминов.

27.Как изменяется основность при переходе от первичных аминов ко вторичным и третичным?

28.Объясните: почему пиррол является очень слабым основанием?

29.Что такое амфотерность органических соединений? Что такое цвиттер-ионы? Приведите примеры.

30. Термические превращения алканов: процессы и их продукты для низших и высших алканов, влияние строения алкана, температуры и давления. Механизмы реакций.

31. Термические превращения алкенов: процессы и их продукты для низших и высших алканов, влияние строения алкана, температуры и давления. Механизмы реакций.

32. Термические превращения ароматических углеводородов: процессы и их продукты. Механизмы реакций.

33. Каталитические превращения алканов: процессы и их продукты для низших и высших алканов, влияние строения алкана, температуры и давления. Механизмы реакций.

34. Каталитические превращения алкенов: процессы и их продукты для низших и высших алканов, влияние строения алкана, температуры и давления. Механизмы реакций.

35. Каталитические превращения ароматических углеводородов: процессы и их продукты. Механизмы реакций.

36. Что такое электрофил? Почему электронейтральная молекула серного ангидрида является электрофилом?

37. Чем объясняется склонность ароматических соединений к вступлению в реакции электрофильного замещения, а не присоединения?

38. Дайте характеристику π-комплексов, образующихся в реакциях SEAr. Как было экспериментально подтверждено их образование?

39. Зависит ли скорость реакций SEAr от устойчивости л-комплексов и почему?

40. а-Комплексы и их относительная устойчивость. От каких факторов она зависит?

41. Почему растворы σ-комплексов проводят электрический ток? Как экспериментально было подтверждено их образование?

42. Приведите примеры устойчивых σ-комплексов, образующихся в реакциях SEAr.

43. Представьте общую схему реакции SEAr. Приведите энергетический профиль реакции и охарактеризуйте критические точки кривой.

44. Охарактеризуйте переходные состояния реакций SEAr.

45. Выведите кинетическое уравнение SEAr и проведите его анализ. В каких случаях реакция протекает по уравнению второго порядка, а в каких третьего?

46. В чем состоит роль основания в реакциях SEAr? Какие соединения могут играть роль оснований?

47. Как определить, какая из стадий в реакции SEAr является стадией,

48. определяющей скорость превращения?

49. Приведите примеры обратимых реакций SEAr. Почему реакция сульфирования является обратимой, а нитрования - нет?

50. Как вы понимаете: что такое «реакционная способность»?

51. В чем различие в статическом и динамическом подходе к оценке реакционной способности монозамещенных бензолов в реакциях SE2?

52. Методом построения предельных канонических структур определите преимущественные направления реакций электрофильного замещения толуола, бензонитрила, дифенила.

53. Что такое субстратная и позиционная селективность?

54. Почему толуол характеризуется большей субстратной селективностью в сравнении с бензолом?

55. Что такое парциальные факторы скорости? Каким образом они рассчитываются?

56. Объясните, как позиционная селективность связана с субстратной селективностью?

57. Назовите факторы, влияющие на соотношение изомеров в реакциях SE, и поясните механизм их действия.

58. Какова роль адсорбции в катализе?

59. Какие виды адсорбции происходят на границе реагент – катализатор? Каков вклад физической и химической адсорбции в процессы, происходящие на энергетически однородных и неоднородных поверхностях?

60. В чем заключается различие физической и химической адсорбции?

61. Какое значение для катализа имеет знание закономерностей адсорбции на однородных поверхностях с позиций изотермы адсорбции Лэнгмюра?

62. Какие закономерности адсорбции на однородных поверхностях объясняет степенная изотерма адсорбции Фрейндлиха?

63. Что объясняет логарифмическая изотерма адсорбции Фрумкина-Шлыгина –Темкина?

64. Как изменяется дифференциальная теплота адсорбции согласно уравнению изотермы адсорбции Темкина?

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Концепция механизма химического превращения, ее значение в органической химии	Чтение обязательной и дополнительной литературы.
2.	Химические процессы и химические реакции	Чтение обязательной и дополнительной литературы.
3	Интермедиаты и элементарные стадии.	Чтение обязательной и дополнительной литературы.
4	Связь между механизмом и внешними условиями.	Чтение обязательной и дополнительной литературы.
5	Формальное описание механизмов реакций	Чтение обязательной и дополнительной литературы.

6	Экспериментальные методы	Чтение обязательной и дополнительной литературы.
7	Свободнорадикальные механизмы	Чтение обязательной и дополнительной литературы.
8	Механизмы ионных реакций	Чтение обязательной и дополнительной литературы.
9	Синхронные реакции	Чтение обязательной и дополнительной литературы.
10	Механизмы гетерогенно-каталитических реакций	Чтение обязательной и дополнительной литературы.
11	Металлокомплексный катализ	Чтение обязательной и дополнительной литературы.
12	Механизмы межфазного и мицеллярного катализа	Чтение обязательной и дополнительной литературы.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Зачет проводится в форме собеседования по вопросам. Собеседование имеет цель выявление уровня освоения дисциплины, характеризующего знания обучающегося в соответствии с определенными компетенциями. По итогам зачета выставляется оценка («зачтено», «не зачтено»).

Вопросы к зачету:

1) Химические процессы и химические реакции. Простые и сложные реакции. Понятие «механизм» как совокупность элементарных стадий химического превращения.
2) Интермедиаты. Последовательные и параллельные стадии. Пути и маршруты.
3) Связь между механизмом и внешними условиями. Способы влияния на механизм.
4) Проблема управления протеканием химической реакции в отношении путей и селективностей и подходы к ее решению.
5) Методы теории топологических графов. Линейные и разветвленные схемы механизмов. Цепные механизмы и циклические схемы. Количественные характеристики.
6) Экспериментальные методы обнаружения интермедиатов с различным типом строения: количественный химический анализ, электрохимические методы, спектральные методы, химические ловушки поляриметрия.
7) Методы изотопных меток радиоактивных индикаторов. освенные методы обнаружения интермедиатов по анализу интегральных кинетических уравнений.
8) Строение свободных радикалов и их реакционная способность по отношению к органическим субстратам различных классов.
9) Типы свободнорадикальных механизмов: последовательные, цепные, разветвленные.
10) Свободнорадикальные механизмы в различных типах органических реакций: замещения, присоединения-элиминирования, изомеризации.
11) Селективность в свободнорадикальных реакциях, способы ее оценки и регулирования. Ингибирование свободнорадикальных реакций.
12) Строение ионов и их реакционная способность по отношению к органическим субстратам различных классов. Генерирование ионов.
13) Типы ионных механизмов: электрофильные и нуклеофильные, последовательные и цепные, ассоциативные и диссоциативные.
14) Ионные механизмы в различных типах органических реакций: замещения, присоединения-элиминирования, изомеризации.
15) Селективность в ионных реакциях, способы ее оценки и регулирования. Кислотно-основной катализ в ионных реакциях.

16) Специфика синхронных реакций как процессов «без механизма». Электроциклические реакции, закономерности их протекания.
17) Основные стадии гетерогенно-каталитической реакции
18) Химические превращения на поверхности (латеральная диффузия и столкновения, типы кинетических механизмов на поверхности, ударные механизмы).
19) Стадии каталитического процесса с участием КПМ: замещение лиганда, внутримолекулярная перегруппировка, диссоциация и лигандный обмен. Каталитические циклы.
20) Примеры реакций с участием КПМ: гидрирование, окисление, гидроформилирование, изомеризация.
21) Мицеллярный катализ, природа каталитического эффекта.
22) Особенности химических реакций в многофазных системах. Процессы переноса через поверхности раздела фаз. Катализаторы-переносчики, механизм их действия.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности Умеет выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Устный опрос, тест, контрольная работа, вопросы к зачету	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
2.	ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно – исследовательские работы	Знает материал, для оказания информационной поддержки специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Устный опрос, тест, контрольная работа, вопросы к зачету	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29

		Умеет оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы		"Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
3.	ПК-6. Способен организовывать материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР	Знает материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР Умеет организовывать материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР	Устный опрос, тест, контрольная работа, вопросы к зачету	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

- Найденко, Е. С. Органическая химия : учебное пособие / Е. С. Найденко. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. — 51 c. — ISBN 978-5-7782-2874-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/91708.html (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

7.2 Дополнительная литература:

- Твердохлебов, В. П. Органическая химия : учебник / В. П. Твердохлебов. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 492 c. — ISBN 978-5-7638-3726-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/84272.html (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
- Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями : в 2 ч. Ч. 1 / Ливанцов М.В., Зайцева Г.С., Ливанцова Л.И.; Под ред. Зефиров Н.С., - 2-е изд., (эл.) - Москва :БИНОМ. ЛЗ, 2015. - 258 с.: ISBN 978-5-9963-2593-1. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/365577 (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке.
- Катализ в органической технологии : учебное пособие / М. В. Журавлева, Г. Ю. Климентова, О. В. Зиннурова, А. А. Фирсин. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 160 c. — ISBN 978-5-7882-1983-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/79299.html (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

7.3 Интернет-ресурсы:

http://elibrary.ru Научная электронная библиотека
http://biblioclub.ru/ ЭБС «Университетская библиотека онлайн»

http://archive.neicon.ru/xmlui/ Архив научных журналов

http://diss.rsl.ru/ Электронная библиотека диссертаций РГБ

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

https://pubs.rsc.org/ Royal Society of Chemistry

https://onlinelibrary.wiley.com/ Журналы издательства Wiley

https://www.scopus.com/ Библиографическая и реферативная база данных и инструмент для отслеживания цитируемости статей, опубликованных в научных изданиях

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)*:*

1. Информационно-телекоммуникационная сеть «Интернет».
2. Информационный портал ИБЦ ТюмГУ.

− **Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:**

платформа для электронного обучения Microsoft Teams

офисный пакет приложений Microsoft Office (Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint и др.) для решения вычислительных задач, составления отчетов и презентаций

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, а также помещения для самостоятельной работы.

Аудитории для лекционных и практических занятий должны быть обеспечены мультимедийным оборудованием (компьютер, проектор, система воспроизведения звука и др.). для демонстрации презентаций, видеофильмов и пр.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной
работе Института химии
_____/Т.М. Бурханова/
01 июня 2020 г.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Андреев Олег Валерьевич, Середина Юлия Викторовна. Технология материалов. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Технология материалов [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.
© Андреев О.В., Середина Ю.В., 2020.

1. Пояснительная записка

В рамках дисциплины «Технология материалов» обучающимся дается система технологий производства современных материалов, включая как традиционные сплавы на основе черных и цветных металлов, так и композитные, полимерные, древесные и наноструктурированные.

Цель преподавания дисциплины «Технология материалов» - дать студентам систему знаний по технологии производства современных материалов, включая весь комплекс последовательности переработки природных минералов в сырьё, полуфабрикаты и конечные продукты.

Задачами изучения дисциплины «Технология материалов» являются:

1. Ознакомить с теоретическими и практическими основами технологий и методов производства современных материалов;
2. Показать многообразие используемых в настоящее время видов производства материалов: от простых лабораторных до сложных промышленных.
3. Сформировать профессиональные компетенции, предусмотренные программой дисциплины.

1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины. «Технология материалов» предназначена для студентов Института химии очной формы обучения и относится к блоку части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.16) рабочего учебного плана по направлению 04.03.01 Химия.

Дисциплина осваивается в 8 семестре. Содержание курса базируется на знаниях, приобретенных при изучении дисциплин блока обязательной части «Общая химия», «Неорганическая химия», «Физика», «Физическая химия», «Химическая технология», а также на практических умениях и навыках, полученных при выполнении научно-исследовательских работ на учебной и производственной практиках.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины *(модуля)*

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)
ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает основные принципы поиска научно-технической информации, обработки результатов исследований и основы составления научного доклада по тематике исследований.
	Умеет использовать результаты собственных и коллективных научных исследований при оформлении лабораторного журнала.
ПК-3. Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает основные виды технических средств и методов испытаний, основные технологические схемы изучаемых технологий.
	Умеет на основе предложенной технологической схемы подобрать технические средства, аппараты и установки, методику.
ПК-6. Способен организовывать материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР	Знает особенности хранения, маркировки и эксплуатации материалов, используемых при проведении НИР и НИОКР.
	Умеет составить план основных этапов научной работы, определить качество и количество используемых материалов.

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	**Всего часов** (академические часы)	**Часов в семестре** (академические часы)
		8 семестр
Общий объем зач. ед.	**4**	**4**
час	**144**	**144**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	**90**	**90**
Лекции	30	30
Практические занятия	20	20
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	40	40
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**54**	**54**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		зачет

3. Система оценивания

При оценке результатов освоения дисциплины студентами используется 100-бальная система. Баллы начисляются студентам следующим образом:

1. Работа на лекционном занятии – 0-1 балл;
2. Работа на практическом занятии – 0-2 балла;
3. Работа на лабораторном занятии – 0-5 баллов.

Студенты, набравшие в течении семестра более 61 балла, получают «зачтено». Обучающиеся, не набравшие 61 балл, сдают зачет в классической форме по всем разделам дисциплины.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	**Наименование тем и/или разделов**	**Объем дисциплины (модуля), час.**				
		Всего	**Виды аудиторной работы** (академические часы)			**Иные виды контактной работы**
			Лекции	**Практические занятия**	**Лабораторные занятия по подгруппам**	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Виды технологий. Производство материалов.	16	2	2	0	0
2.	Горнодобывающая промышленность.	16	2	2	0	0
3.	Чугун, сталь. Метод синтеза	17	2	2	8	0
4.	Титан, изделия из титана. Методы синтеза	11	2	0	4	0
5.	Медь, медные сплавы. Методы синтеза.	10	2	0	4	0
6.	Техническая керамика.	11	2	0	4	0
7.	Стекло. Методы синтеза технического стекла.	20	4	2	10	0
8.	Полимерные материалы.	11	4	0	4	0

1	2	3	4	5	6	7
9.	Древесина, древесная продукция. Методы обработки древесины.	10	4	0	6	0
10.	Наноматериалы. Методы синтеза.	12	4	8	0	0
11.	Конвейерные технологии.	10	2	4	0	2
	Итого (часов)	**144**	**30**	**20**	**40**	**54***

** – учитывает контактную работу на консультации и зачете.*

4.2. Содержание дисциплины по темам

План лекционных и практических занятий

1. Виды технологий. Производство материалов.

Технологии металлургического цикла: выплавка чугуна, выплавка стали, технологии получения цветных металлов и сплавов. Технологии металлообработки: токарная, фрезерные обработки, гнутьё, штамповка, выдавливание под давлением. Технологии работы с порошкообразными и глинистыми материалами: формовка, прессование, отжиг, обжиг. Технологии производства строительных материалов прессованием и при создании суспензий. Технологии производства композиционных материалов и высокотехнологичных изделий. Традиционные и новые технологии обработки древесины.

2. Горнодобывающая промышленность.

Методы добычи полезных ископаемых: карьерный метод и шахтный метод. Преимущества и недостатки. Технологии первичной переработки добытых минералов. Грохочение. Технологии флотации, технологии магнитной сепарации, технологии производства окатышей, современные технологии, концентрирование редких и рассеянных металлов, технологии переработки и утилизации горнодобывающей промышленности.

3. Чугун, сталь. Метод синтеза.

Научные основы - диаграмма состояния системы железо – углерод. Историческая справка по развитию технологии выплавки чугуна. Подготовка шихты для производства чугуна. Доменный процесс. Технологические получения марок чугуна: белый, серый, высокопрочный, ковкий чугунов. Разливка чугуна. Технология производства чугунных изделий путем литья. Историческая роль мартеновского способа. Конвертер Бессемера. Электродуговая плавка. Выплавка углеродистых и легированных сталей. Непрерывная разливка стали. Прокат стальных изделий. Технология производства основных видов профилей: лист, уголок, швеллер, двутавр. Арматура.

4. Титан, изделия из титана. Методы синтеза.

Современное значение титана. Содержание титана в природе. титановые минералы, титановые пески. Технология обогащения титанового сырья. Технология производства металлического титана. Производство хлорида титана. Электролиз. Замкнутый цикл производства. Производство титановой губки. Технология производства титановых изделий: лист, балка, профиль. Технология производства крупных и особо крупных конструкций.

5. Медь, медные сплавы. Методы синтеза.

Содержание меди в природе, медные минералы. Подготовка сырья, технологии получения меди электролизом, огневой обработки. Шлам производства и выделение из них меди. Марки меди и их характеристики. Технологии производства медных проводов, трубок, тонких изделий. Выплавка латуни и бронз.

6. Техническая керамика.

Технология производства глинистых изделий. Глины: каолинит, монтмориллонит. Структура глинистых материалов. Набухание глины. Пластичность глины, высыхание глины. Процессы сушки глины, не приводящие к трещинам. Формовка глинистых изделий. Высушивание. Обжиг. Стекловидная фаза в керамике, технология стекловидных покрытий керамики. Порошкообразные природные минералы. Санфаянс. Фарфор. Декоративная керамика.

7. Стекло. Методы синтеза технического стекла.

Виды стекол и их состав. Технология производства оконного стекла. Подготовка шихты. Ванна расплава. Разливка. Формование стеклянных изделий. Стеклянная банка и бутылка, колбочка. Дефекты стеклянных изделий. Производство оконного стекла. Разливка стекла на расплав олова. Охлаждение. Резка. Логистика доставки. Оптическое стекло. Производство оптического стекла. Телескопы, бинокли, микроскопы. Технология производства армированного стекла, механические свойства армированного стекла и его применение в строительстве. Окрашенное стекло.

8. Полимерные материалы.

Технологии производства полимеров из природного газа, других видов сырья. Технология формования изделий из пластика в автомобилестроении, строительстве, бытовые изделия. Технологии производства полиэтилена низкого и высокого давлений. Технологии производства полиэтиленовой пленки, полимерных труб. Трубы низкого давления. Технологии прокладки трубопроводов, сваривание труб.

9. Древесина, древесная продукция. Методы обработки древесины.

Современные технологии лесозаготовки. Компьютерное программирование в распилке бревен. Виды древесной продукции, технологии производства древесной продукции из малоразмерного сырья. Технологии производства модифицированной древесины, технологии производства древесно-волокнистой плиты, древесно-стружечной плиты, фанеры, шпона. Древесина твердых пород, технология производства мебели. История деревянного дома, современные виды деревянных домов.

10. Наноматериалы. Методы синтеза.

Производство наноматериалов 1D, 2D, 3D структурированных размерностей. Технологии производства фуллеренов. Технологии производства углеродных трубок и изделий из углеродных трубок. Перспективы создания макроизделий из наноматериалов. Производство микроволокон как упрочняющего компонента металлических и полимерных матриц.

11. Конвейерные технологии.

Конвейерное производство автомобилей. Механические роботы. Современная сборка автомобилей с использованием механических роботов. Сборка автомобилей на конвейере ВАЗ. Конвейерное производство бытовых изделий. Производство микросхем. Технологии самолетостроения.

План лабораторных работ

Лабораторная работа №1 «Изучение исходных материалов и способов получения сталей и чугунов» (8 часов)

Цель работы: Изучить исходные материалы для производства чугуна; способы производства чугуна и стали.

Лабораторная работа №2 «Исследование структуры и свойств титановых сплавов» (4 часа)

Цель работы: Синтезировать титановые сплавы Ti-5Al-5V-5Mo-3Cr и Ti-10V-2Fe-3Al (масс. %) методом прессования и спекания смесей порошковых компонентов, осуществить исследование микроструктуры и свойств титановых сплавов.

Лабораторная работа №3 «Исследование структуры и свойств медных сплавов» (4 часа)

Цель работы: Синтезировать медные сплавы (латунь, бронза и пр.) методом спекания компонентов, осуществить исследование микроструктуры и свойств медных сплавов.

Лабораторная работа №4 «Исследование физических и механических свойств керамических материалов различного назначения» (4 часа)

Цель работы: Устанавливать зависимости физико-механических свойств керамических материалов от различных факторов: сырья, технологии получения.

Лабораторная работа №5 «Приготовление легкоплавких стекол» (10 часов)

Цель работы: Изучить сущность метода химических и физико-химических процессов варки стекла. Получить легкоплавкое окрашенное стекло.

Лабораторная работа №6 «Изучение свойств пластмасс» (4 часа)

Цель работы: Физическим и химическим путем изучить состав и свойства представленных пластмасс.

Лабораторная работа №7 «Исследование структуры древесины. Вспомогательные составы для обработки» (6 часов)

Цель работы: Изучить макро- и микроскопическое строение древесины лиственных и хвойных пород, виды защитных составов и их способы нанесения на древесные материалы. Подготовить образец древесины по заданным свойствам.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Виды технологий. Производство материалов.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы.
2.	Горнодобывающая промышленность.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы.
3.	Чугун, сталь. Метод синтеза	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторной работе.
4.	Титан, изделия из титана. Методы синтеза	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторной работе.
5.	Медь, медные сплавы. Методы синтеза.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторной работе.
6.	Техническая керамика.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторной работе.
7.	Стекло. Методы синтеза технического стекла.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторной работе.
8.	Полимерные материалы.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторной работе.
9.	Древесина, древесная продукция. Методы обработки древесины.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы. Подготовка к лабораторной работе.
10.	Наноматериалы. Методы синтеза.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы.
11.	Конвейерные технологии.	Проработка лекционного материала, чтение основной и дополнительной литературы.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Студенты, набравшие в течении семестра более 61 балла, получают «зачтено». Обучающиеся, не набравшие 61 балл, выходят на аттестацию. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине – устный ответ по билету, содержащему 4 теоретических вопроса. Студенту на подготовку ответа выделяется 45 минут.

Вопросы для самостоятельной подготовки к зачету

1. Особенности технологии производства металлов и сплавов, материалов с особыми свойствами, порошковой металлургии.
2. Сходства и отличия традиционных и современных технологий производства керамики, стекла, строительных материалов.
3. Использование природных минералов для производства сталей и чугунов. С помощью каких процессов проводится их обогащение?
4. Преимущества и недостатки производства технологии производства железных окатышей.
5. Добыча песка и глины.
6. Шахтный и карьерный метод добычи полезных ископаемых.
7. Виды силикатных песков. Их применение.
8. Какие процессы протекают при доменном производстве? Переход шихта в расплав.
9. Почему чугунные изделия получают путем литья? Виды литья.
10. Технология непрерывной разливки сталей. Сущность технологии получения стальных изделий путем проката.
11. Исторические изменения технологии производства алюминия. Современные заводы, производящие алюминий. Их техническое обустройство.
12. Технология разливки алюминия. Производство алюминиевых сплавов и их применение.
13. Почему титан не производят из оксида титана?
14. Процессы, протекающие при производстве металлического титана из хлорида титана.
15. Замкнутый цикл в производстве титана.
16. Технологии производства титановых изделий.
17. Преимущества изделий из титана.
18. История производства меди. Современные методы производства меди.
19. Технология производства медных проводов.
20. Технология производства латуни и бронзы.
21. Получение оксидных сверхпроводящих материалов.
22. Способы производства тугоплавких металлов и металлов с ферромагнитными свойствами.
23. Технологии производства санфаянса. Особенности технологии производства фарфора.
24. Технологии производства технической керамики.
25. Современные технологии производства мономеров этилена, пропилена, винилхлорида, стирола.
26. Технологии производства пластиков.
27. Основные способы формования пластиковых изделий.
28. Производство термопластичных и термореактивных пластиков.
29. Химические процессы производства кремния из оксида кремния.
30. Методы очистки кремния, получение кристаллов из кремния.
31. Современные технологии производства клееных изделий.
32. Исторические и современные технологии в производстве деревянных домов.
33. Технология производства строительного раствора и строительных бетонов.
34. Технология изготовления каркасных зданий. Преимущества и недостатки.
35. Химические и физические процессы в технологии производства керамических и силикатных кирпичей.
36. Особенности производства материалов для космических аппаратов.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	ПК-2. Способность оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает основные принципы поиска научно-технической информации, обработки результатов исследований и основы составления научного доклада по тематике исследований. Умеет использовать результаты собственных и коллективных научных исследований при оформлении лабораторного журнала.	Дискуссия по теме практического занятия, выполнение лабораторной работы, подготовка отчета о проделанной работе, итоговое собеседование на зачете	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
2	ПК-3. Способность выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает основные виды технических средств и методов испытаний, основные технологические схемы изучаемых технологий. Умеет на основе предложенной технологической схемы подобрать технические средства, аппараты и установки, методику.	Дискуссия по теме практического занятия, выполнение лабораторной работы, подготовка отчета о проделанной работе, итоговое собеседование на зачете	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
3	ПК-6. Способность организовывать материально-техническое сопровождение НИР и НИОКР	Знает особенности хранения, маркировки и эксплуатации материалов, используемых при проведении НИР и НИОКР. Умеет составить план основных этапов научной работы, определить качество и количество используемых материалов.	Дискуссия по теме практического занятия, выполнение лабораторной работы, подготовка отчета о проделанной работе, итоговое собеседование на зачете	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Бушуева, Н. П. Технология материалов: учебное пособие / Н. П. Бушуева, И. А. Ивлева, О. А. Панова. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. — 202 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/80448.html (дата обращения: 10.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

7.2 Дополнительная литература:

1. Материаловедение: учебное пособие / С. В. Давыдов, Д. А. Болдырев, Л. И. Попова, М. Н. Тюрьков. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. - 424 с.: ил., табл. - ISBN 978-5-9729-0417-4. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1167746 (дата обращения: 10.05.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Дрозд, М. И. Основы материаловедения: учебное пособие / М. И. Дрозд. — Минск: Вышэйшая школа, 2011. — 431 с. — ISBN 978-985-06-1871-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/20107.html (дата обращения: 10.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

7.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Clarivate Analytics – Web of Science Core Collection (https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=C2ivzMxspGLnBiQvQWN&preferencesSaved=)
2. American Chemical Society (https://www.acs.org/content/acs/en/pressroom/presspacs/2021.html)

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:

платформа для электронного обучения Microsoft Teams
офисный пакет MS Office

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий (аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа должны быть оснащены мультимедийным оборудованием; помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ);

- Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием (микроскопы исследовательские; микротвердомер; электропечи камерные высокотемпературные; шкафы вытяжные лабораторные). Оснащенность лабораторных помещений и условия работы в них обучающихся должны соответствовать требованиям техники безопасности по работе с химическими реактивами.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной работе Института химии
_____ Т.М. Бурханова
01 июня 2020 г.

ФИЗИКО-ХИМИЯ КАТАЛИЗА И КАТАЛИЗАТОРОВ

Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Нестерова Н. В. Физико-химия катализа и катализаторов. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Физико-химия катализа и катализаторов [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2020.
©Нестерова Н.В., 2020.

1. Пояснительная записка

Около 80 процентов современных химических процессов осуществляется в присутствии катализаторов. Катализ широко используется в химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, пищевой, фармацевтической промышленности.

Решение задач в области катализа, производства катализаторов и их применения является актуальной задачей современности.

Данный курс направлен на рассмотрение теоретических и практических основ каталитических процессов.

Цель: формирование комплекса представлений о физико-химических основах каталитических процессов и применения каталитических реакций в различных сферах деятельности человека.

Задачи: освоение студентами следующих вопросов:

- теоретические закономерности, описывающие каталитические процессы;
- особенности гомогенного и гетерогенного катализа;
- методы получения и исследования катализаторов;
- каталитические процессы в промышленности.

1.1. Место дисциплины *(модуля)* в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1.В.ДВ.16 Дисциплины по выбору; преподавание осуществляется в восьмом семестре.

В информационном и логическом планах содержание курса «Физико-химия катализа и катализаторов» дополняет и расширяет курс «Физическая химия».

Для успешного освоения дисциплины необходимо знакомство студентов с теоретическими основами физической химии в области химической кинетики и катализа.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины *(модуля)*

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)
ПК-1 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает основные проблемы, для решения которых необходимо использовать каталитические процессы; основные механизмы протекания каталитических процессов.
	Умеет проводить химические расчеты и теоретически обосновывать рекомендуемые технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности.
ПК-2- Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает основные источники информации по описанию каталитических процессов
	Умеет подготовить информационный материал, используя данные из различных источников информации
ПК-3- Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает основные технологические задачи, для решения которых необходимо использовать каталитические процессы
	Умеет сформулировать подходы и теоретически обосновывать рекомендуемые технические средства и методы испытаний для решения конкретных технологических задач

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		8
Общий объем зач. ед.	**4**	**4**
час	**144**	**144**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	**90**	**90**
Лекции	30	30
Практические занятия	60	60
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**54**	**54**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Зачет

3. Система оценивания

3.1. Оценивание достижений обучающихся в течение семестра осуществляется на основе балльно-рейтинговой системы. Баллы начисляются студентам за следующие активности:
1) работа на лекционном занятии – 0-0,5 баллов;
2) работа на практических занятиях (в зависимости от вида работы)– 0-8 баллов;
3)работа на итоговом занятии оценивается от 0-10 баллов.

Для получения зачета по дисциплине обучающимся необходимо набрать за семестр не менее 61 балла. Студенты, набравшие по итогам работы в семестре менее 61 балла, сдают зачет по дисциплине в устной форме.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	История развития катализа	3	2	0	0	0
2	Основные понятия катализа	6	0	4	0	0
3	Гомогенный катализ	4	2	0	0	0

4	Основные положения катализа	6	0	4	0	0
5	Кислотно-основной катализ	8	2	4	0	0
6	Ферментативный катализ	8	2	4	0	0
7	Металлокомплек-сный катализ	7	2	4	0	0
8	Автокатализ	4	2	0	0	0
9	Применение в промышленности гомогенного катализа	6	0	4	0	0
10	Гетерогенный катализ	4	2	0	0	0
11	Адсорбция как стадия гетерогенно-каталитических реакций	6	0	4	0	0
12	Механизм гетерогенных каталитических реакций	4	2	0	0	0
13	Кинетика гетерогенно-каталитических реакций	6	0	4	0	0
14	Катализаторы. Физико-химические свойства катализаторов	4	2	0	0	0
15	Интерактивный промежуточный контроль	6	0	4	0	0
16	Активные центры катализаторов.	4	2	0	0	0
17	Носители катализаторов	6	0	4	0	0
18	Методы приготовления катализаторов	4	2	0	0	0
19	Физико-химические основы получения катализаторов	6	0	4	0	0
20	Методы исследова-ния катализаторов	4	2	0	0	0

21	Экспериментальные методы исследования катализаторов	6	0	4	0	0
22	Основные промышленные каталитические процессы	4	2	0	0	0
23	Роль гетерогенного катализа в современной промышленности	6	0	4	0	0
24	Актуальные направления развития каталитической химии	4	2	0	0	0
25	Экологический катализ	6	0	4	0	0
26	Нанокатализ	4	2	0	0	0
27	Итоговое занятие	6	0	4	0	0
	Итого (часов)	144	30	60	0	2

4.2. Содержание дисциплины по темам

Тема 1. История развития катализа

Лекционное занятие

Цель, задачи курса. Основные понятия и определения. История развития исследований в области катализа и создания катализаторов.

Тема 2. Основные понятия катализа

Практическое занятие 1

Воспроизводство и закрепление:

1) основных понятий и закономерностей катализа;

2) алгоритма описания кинетики сложных реакций методами квазистационарного и квазиравновесного приближений, изученных в курсе "Физическая химия".

Тема 3. Гомогенный катализ

Лекционное занятие

Классификация каталитических процессов. Особенности протекания гомогенных каталитических процессов. Теории гомогенного катализа. Уравнения кинетики для нестационарных гомогенно-каталитических процессов.

Тема 4. Основные положения катализа

Практическое занятие 2

Обсуждение теоретических вопросов по гомогенному катализу.

Решение задач по кинетике каталитических процессов.

Тема 5. Кислотно-основной катализ

Лекционное занятие

Классификация каталитических реакций кислотно-основного типа. Особенности кинетики и механизм каталитических реакций данного типа. Кислотность и каталитическая активность. Соотношение Бренстеда-Поляни.

Практическое занятие 3

Обсуждение теоретических вопросов по рассматриваемой теме, направленных на закрепление и углубление изучаемого материала.

Решение задач на кинетические закономерности кислотно-основного катализа.

Тема 6. Ферментативный катализ

Лекционное занятие

Ферментативный катализ. Ферменты и их роль в процессах жизнедеятельности организмов. Основные положения теории ферментативного катализа; энергетические и энтропийные параметры ферментативных процессов.Схема ферментативного катализа. Особенности кинетики ферментативных реакций.

Практическое занятие 4

Обсуждение теоретических вопросов по ферментативному катализу.

Решение задач по кинетике ферментативных каталитических процессов.

Тема 7. Металлокомплексный катализ

Лекционное занятие

Каталитически-активные комплексы металлов. Элементарные стадии металлокомплексного катализа: диссоциация, присоединение и замещение лигандов, перенос электрона, внедрение по связи металл-лиганд, элиминирование, диссоциативное присоединение.

Явление синергизма. Кинетика старения комплексных каталитически активных соединений.

Практическое занятие 5

Обсуждение вопросов, касающихся особенностей металлокомплексного катализа и его роли в химии.

Рассмотрение конкретных примеров механизмов реакций, катализируемых комплексами металлов: гидрирование, гидрокарбонилирование, карбонилирование; окисление олефинов, изомеризация, олигомеризация и полимеризация олефинов и т.д...

Тема 8. Автокатализ

Лекционное занятие

Автокатализ. Механизм автокаталитических реакций, индукционный период. Ингибирование. Периодические каталитические реакции.

Тема 9. Применение в промышленности гомогенного катализа

Практическое занятие 6

Обсуждение конкретных примеров применения гомогенного катализа в органическом синтезе, нефтеперерабатывающей, пищевой и фармацевтической промышленности.

Перспективы развития гомогенного катализа.

Тема 10. Гетерогенный катализ

Лекционное занятие

Стадии и характерные особенности гетерогенных каталитических процессов. Структурные и энергетические факторы. Адсорбция на поверхности катализатора. Основные теории гетерогенного катализа: геометрические, электронные, химические, ...

Тема 11. Адсорбция как стадия гетерогенно-каталитических реакций

Практическое занятие 7

Устный опрос и обсуждение следующих вопросов:

1. Природа адсорбционного взаимодействия.
2. Физическая адсорбция и хемосорбция: критерии отличия.
3. Адсорбционная теория Лэнгмюра.
4. Полимолекулярная адсорбция. Теория БЭТ.
5. Адсорбция на неоднородной поверхности.

Тема 12. **Механизм гетерогенных каталитических реакций**

Лекционное занятие

Кислотно-основной гетерогенный катализ. Катализ на поверхности металлов. Возможные лимитирующие стадии гетерогенного катализа.

Кинетика и макрокинетика гетерогенно-каталитических процессов.

Тема 13. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций

Практическое занятие 8

Обсуждение теоретических вопросов и решение задач по теме занятия.

Тема 14. **Катализаторы. Физико-химические свойства катализаторов**

Лекционное занятие

Основные характеристики катализаторов и их зависимость от условий приготовления: удельная каталитическая активность, селективность, удельная поверхность и пористая структура, механическая прочность, термическая стабильность, гидродинамические характеристики.

Тема 15. **Интерактивный промежуточный контроль**

Практическое занятие 9

Студенты на занятии составляют тестовые задания по всему пройденному материалу, а затем происходит взаимообмен тестами.

Оценка складывается из качества подготовленного теста и из качества ответов на вопросы, полученного теста.

Тема 16. **Активные центры катализаторов**

Лекционное занятие

Активные центры. Неоднородность поверхности катализатора.

Отравление катализаторов. Специфическое и неспецифическое отравление. Специфические и неспецифические каталитические яды. Вывод о необходимости «среднего» по энергии связи взаимодействия между реагентом и активным центром.

Регенерация катализаторов. Восстановительная регенерации. Трудности регенерации металлокомплексных катализаторов. Селективное отравление.

Промотирование катализаторов.

Тема 17. Носители катализаторов

Практическое занятие 10

Устный опрос и обсуждение.

Рассматриваемые вопросы:

1. Какова роль носителей катализаторов.
2. Критерии подбора носителей.
3. Оптимальная пористая структура носителя.
4. Экономические требования к носителю.
5. Примеры носителей и их характеристика.
6. Физико-химические свойства основных синтетических и природных носителей.
7. Блочные носители для катализаторов.
8. Металлические носители.

Решение задач на определение площади поверхности катализаторов..

Тема 18. Методы приготовления катализаторов

Лекционное занятие

Классификация катализаторов. Основные этапы и методы приготовления катализаторов.

Требования, предъявляемые к методам приготовления катализаторов.

Тема 19. Физико-химические основы получения катализаторов

Практическое занятие 11

На семинарском занятии рассматриваются вопросы касающиеся методов получения катализаторов:

1. Методы приготовления металлических катализаторов.
2. Осаждение (соосаждение)
3. Методы механического смешения
4. Методы нанесения
5. Термическая обработка катализаторов

Тема 20. Методы исследования катализаторов

Лекционное занятие

Основы применения комплекса физико-химических методов исследования поверхности гетерогенных катализаторов: измерение площади поверхности, поровой структуры, определение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств поверхности.

Исследование катализаторов рентгеновскими методами. Инструментальные методы исследования.

Тема 21. Экспериментальные методы исследования катализаторов

Практическое занятие 12

Заслушивание и обсуждение докладов посвященных методам исследования катализаторов. Примерные темы докладов:

1. ИК - спектроскопия
2. УФ-спектроскопия
3. Термогравиметрия
4. Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ
5. Электронная микроскопия
6. Туннельная и атомно-силовая микроскопия
7. Фотоэлектронная и оже-спектроскопия
8. Магнитные методы исследования катализаторов

9. Дифракция медленных электронов
10. Масспектрометрия вторичных ионов
11. ЯМР-спектроскопия твердого тела

Тема 22. Основные промышленные каталитические процессы

Лекционное занятие

Каталитические процессы в различных отраслях промышленности: нефтехимической, нефтеперерабатывающей, химической. Природоохранные каталитические технологии.

Тема 23. Роль гетерогенного катализа в современной промышленности

Практическое занятие 13

Подготовка и представление докладов с презентацией по применению гетерогенных каталитических процессов в промышленности.

Доклады должны быть подготовлены на основе анализа современной научной литературы.

Тема 24. Актуальные направления развития каталитической химии

Лекционное занятие

Мембранный катализ. Межфазный катализ. Катализ на бифункциональных катализаторах. Катализ в среде сверхкритических растворителей.

Тема 25. Экологический катализ

Практическое занятие 14

На основе анализа современной отечественной и зарубежной научной литературы студенты готовят доклады (с презентацией) по применению каталитических методов в экологии, роли катализа в живой природе и разработках в области экологического катализа.

Тема 26. Нанокатализ

Лекционное занятие

Размерный эффект. Каталитические свойства наночастиц. Типы нанокатализаторов. Реакции, катализируемые нанокластерами. Зависимость каталитических свойств от размеров и формы кластера. Катализ одиночными атомами на подложке. Применение наноэффектов в газо- и нефтепереработке.

Тема 27. Итоговое занятие

Практическое занятие 15

Итоговая контрольная работа.

Примерные варианты контрольной работы

Вариант 1

1. Сформулируйте современное определение катализа. В чем заключается причина каталитического действия?
2. Перечислите возможные отличия гетерогенно-каталитических реакций, протекающих в жидкой и газовой фазах.
3. Пиролиз ацетальдегида в газовой фазе характеризуется энергией активации 190 кДж/моль. В присутствии катализатора – паров иода – энергия активации уменьшается до 136кДж/моль. Во сколько раз возрастет скорость реакции в присутствии паров иода при 200ºС.

4. Для некоторой ферментативной реакции константа Михаэлиса равна 0,035 моль/л. Скорость реакции при концентрации субстрата 0,110моль/л равна $1{,}15\cdot10^{-3}$моль/л·с. Найдите максимальную скорость этой реакции.

Вариант 2

1. В чем заключается явление компенсационного эффекта, наблюдаемого в гомогенном и гетерогенном катализе??
2. Сравните влияние температуры на скорость процесса во внешнекинетической и внешнедиффузионной областях.
3. Ферментативная реакция ($K_M=2{,}7\cdot10^{-3}$ моль/л) подавляется конкурентным ингибитором ($K_I=3{,}1\cdot10^{-5}$ моль/л). Концентрация субстрата равна $3{,}6\cdot10^{-4}$ моль/л. Сколько ингибитора понадобится для подавления реакции на 65%? Во сколько раз надо повысить концентрацию субстрата, чтобы уменьшить степень подавления до 25 %?
4. Во сколько раз увеличится скорость некоторой реакции, протекающей в газовой фазе при 400 К, если в кинетическую систему ввести твердый катализатор. Энергия активации реакции без катализатора 29824 Дж/моль, а с катализатором 26000 Дж/моль. Предэкспоненциальные множители уравнения Аррениуса в обоих случаях одинаковы.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	История развития катализа	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Основные понятия катализа	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к устному опросу
3	Гомогенный катализ	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Основные положения катализа	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к устному опросу
5	Кислотно-основной катализ	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к устному опросу
6	Ферментативный катализ	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к устному опросу
7	Металлокомплексный катализ	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к устному опросу
8	Автокатализ	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы
9	Применение в промышленности гомогенного катализа	Чтение обязательной и дополнительной литературы
10	Гетерогенный катализ	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы
11	Адсорбция как стадия гетерогенно-каталитических реакций	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к устному опросу

12	Механизм гетерогенных каталитических реакций	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы
13	Кинетика гетерогенно-каталитических реакций	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к устному опросу
14	Катализаторы. Физико-химические свойства катализаторов	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы
15	Интерактивный промежуточный контроль	Проработка конспектов лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы
16	Активные центры катализаторов.	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы
17	Носители катализаторов	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к устному опросу
18	Методы приготовления катализаторов	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы
19	Физико-химические основы получения катализаторов	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка докладов
20	Методы исследования катализаторов	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы
21	Экспериментальные методы исследования катализаторов	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка докладов
22	Основные промышленные каталитические процессы	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы
23	Роль гетерогенного катализа в современной промышленности	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка докладов
24	Актуальные направления развития каталитической химии	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы
25	Экологический катализ	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка докладов
26	Нанокатализ	Проработка конспекта лекции, чтение обязательной и дополнительной литературы
27	Итоговое занятие	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка конспектов лекций, повторение изученного материала. Подготовка к контрольной работе.

В ходе подготовки к занятиям обучающиеся читают обязательную и дополнительную литературу, прорабатывают конспекты лекций. Оценка самостоятельной работы студентов осуществляется в течение практических занятий посредством устного опроса, заслушивания докладов, выполнения контрольных работ. Оцениваются как фактические знания студентов, так и их глубина и навыки самостоятельного поиска и критического анализа необходимой информации по теме занятия.

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Студенты, которые в процессе изучения дисциплины набрали менее 61 балла, сдают зачет. Зачет проводится в устной форме по билетам.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Общие понятия о катализе и катализаторах.
2. Исторические аспекты развития катализа.
3. Классификация каталитических процессов.
4. Особенности кинетики каталитических процессов.
5. Энергия активации каталитических процессов.
6. Гомогенный катализ. Особенности протекания, теории гомогенного катализа.
7. Кислотно-основный катализ: классификация, особенности кинетики и механизм.
8. Ферментативный катализ. Энергетические и энтропийные параметры ферментативных процессов, особенности кинетики.
9. Металлокомплексный катализ. Каталитически-активные комплексы металлов. Примеры механизмов реакций, катализируемых комплексами металлов.
10. Кинетика старения комплексных каталитически активных соединений.
11. Автокатализ. Механизм автокаталитических реакций.
12. Структурные и энергетические факторы в катализе.
13. Гетерогенные каталитические процессы. Стадии и характерные особенности.
14. Адсорбция и хемосорбция в гетерогенном катализе.
15. Основные теории гетерогенного катализа: геометрические, электронные, химические.
16. Механизм гетерогенно-каталитических процессов.
17. Катализ на поверхности металлов.
18. Влияние внешней и внутренней диффузии на скорость реакций. Критерии оценки.
19. Кинетическое описание гетерогенных каталитических реакций.
20. Макрокинетика гетерогенного катализа.
21. Катализаторы. Физико-химические характеристики катализаторов.
22. Классификация катализаторов. Важнейшие промышленные катализаторы.
23. Активные центры катализаторов. Отравление и регенерация катализаторов.
24. Промотирование катализаторов.
25. Носители катализаторов. Физико-химические свойства основных синтетических и природных носителей.
26. Носители катализаторов. Критерии подбора. Примеры носителей и их характеристика.
27. Основные этапы приготовления катализаторов. Требования, предъявляемые к методам приготовления катализаторов.
28. Методы приготовления катализаторов.
29. Экспериментальные методы исследования катализаторов.
30. Каталитические процессы в нефтепереработке.
31. Каталитические процессы в нефтехимической промышленности.
32. Каталитические процессы в химической промышленности.
33. Каталитические процессы в пищевой и фармацевтической промышленности.
34. Особенности мембранного катализа.
35. Межфазный катализ. Сущность, преимущества, катализаторы.
36. Бифазный катализ: сущность, катализаторы, преимущества.
37. Нанокатализ. Типы нанокатализаторов.
38. Применение наноэффектов в нефте- и газопереработке.
39. Экологический катализ.
40. Катализ в природоохранных технологиях

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	ПК-1 - Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает основные проблемы, для решения которых необходимо использовать каталитические процессы; основные механизмы протекания каталитических процессов. Умеет проводить химические расчеты и теоретически обосновывать рекомендуемые технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности.	Устный опрос, подготовка докладов, контрольная работа	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
2	ПК-2- Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает основные источники информации по описанию каталитических процессов. Умеет подготовить информационный материал, используя данные из различных источников информации	Устный опрос, подготовка докладов, контрольная работа	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".

3	ПК-3- Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает основные технологические задачи, для решения которых необходимо использовать каталитические процессы. Умеет сформулировать подходы и теоретически обосновывать рекомендуемые технические средства и методы испытаний для решения конкретных технологических задач	Устный опрос, подготовка докладов, контрольная работа	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература:

1. Байрамов, В. М. Основы химической кинетики и катализа: учеб. пособие для студ. хим. фак. ун-тов, обуч. по спец. 011000 "Химия"/ В. М. Байрамов.-Москва: Академия, 2003.- 256 с.
2. Сибаров, Д. А. Катализ, каталитические процессы и реакторы : учебное пособие / Д. А. Сибаров, Д. А. Смирнова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-2158-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/102250 (дата обращения: 10.05.2020).

7.2 Дополнительная литература:

1. Аветисов, А. К. Прикладной катализ: учебник / А. К. Аветисов, Л. Г. Брук ; под редакцией О. Н. Темкина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-3854-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/126902 (дата обращения: 10.05.2020).
2. Методы исследования катализаторов = Characterisation of catalysts/ [Дж. Томас [и др.] ; ред.: Дж. Томас, Р. Лемберт, В. М. Грязнов ; пер. с англ. Н. В. Орехова. - Москва: Мир, 1983. - 302 с.

7.3 Интернет-ресурсы:

1. http://window.edu.ru;
2. http://e.lanbook.com/books/.
3. http://e-library.ru
4. https://library.utmn.ru/

7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. American Chemical Society https://www.acs.org/content/acs/en.html
2. Royal Society of Chemistry https://pubs.rsc.org/
3. Журналы издательства Wiley https://onlinelibrary.wiley.com
4. Национальная электронная библиотека https://rusneb.ru/
5. Межвузовская электронная библиотека (МЭБ) https://icdlib.nspu.ru/

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:

платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для проведения лекционных и практических занятий необходимо мультимедийное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по учебной работе Института химии
_____Т.М. Бурханова
23 июня 2021

ПЕРЕРАБОТКА НЕФТИ И ГАЗА
Рабочая программа
для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль: Химия
форма обучения очная

Кремлева Т.А., Паничев С.А. Переработка нефти и газа. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль: Химия, форма обучения очная. Тюмень, 2021, 17 стр.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Переработка нефти и газа [электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.utmn.ru/sveden/education/#.

© Тюменский государственный университет, 2021.
© Кремлева Т.А., Паничев С.А., 2021.

Рабочая программа дисциплины включает следующие разделы:

1. Пояснительная записка

Нефтегазовые технологии непрерывно создаются и совершенствуются. Очевидна необходимость подготовки специалистов по разработке месторождений углеводородов, добыче нефти и газа, в области газо-, нефтепереработки, нефтехимии и контроля за нефтехимическими процессами. В рамках курса освещаются способы добычи углеводородов, производства из них товарных продуктов, сырье и продукция предприятий нефтехимического профиля, наиболее распространенные технологические процессы газо-, нефтепереработки и нефтехимии.

Цели дисциплины - ознакомление студентов с современным состоянием добычи и переработки углеводородного сырья.

Задачей дисциплины является изучение и усвоение студентами следующих аспектов:

- нефть и газ как минеральное сырье, объемы добычи, имеющиеся и прогнозируемые запасы;
- состав и свойства нефти и газа;
- первичные и вторичные методы переработки нефти и газа, назначение, сырье, аппаратурное оформление, условия, процессы;
- ассортимент товарных продуктов, связь химического состава и эксплуатационных характеристик, методы улучшения товарных качеств.

1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули), часть, формируемая участниками образовательных отношений учебного плана по направлению 04.03.01 Химия.

В информационном и логическом планах дисциплина «Переработка нефти и газа» дополняет дисциплину «Органическая химия». Требования к входным знаниям, умениям и навыкам обучающегося: знать основы органической химии, иметь представление о механизмах химических реакций, уметь пользоваться справочной литературой, владеть навыками работы с диаграммами, с нормативными документами.

В свою очередь, дисциплина «Переработка нефти и газа» служит информационной и методологической основой для подготовки выпускной квалификационной работы (итоговая государственная аттестация).

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины *(модуля)*

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знает наиболее надежные и современные источники информации по составу и свойствам нефти, газа, нефтепродуктов
	Умеет находить необходимую информацию, критически ее анализировать, систематизировать и применять на практике
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя	Знает специфику промышленных профессиональных задач химии в области переработки нефти и газа, свободно

из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ориентируется в действующих правовых нормах, имеющихся ресурсах и ограничениях
	Умеет разрабатывать новые способы решения нестандартных профессиональных задач химии в области переработки нефти и газа
УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	Знает требования по технике безопасности в промышленной переработке нефти и газа
	Умеет использовать способы ликвидации аварийных ситуаций в области переработки нефти и газа
УК-9. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	Знает основные принципы принятия экономических решений, на основе анализа текущей ситуации, с учетом особенностей отрасли (химия нефти и газа)
	Умеет оценивать экономическую ситуацию, выделять наиболее значимые факторы для принятия экономических решений
УК-10. Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению	Знает о возможных последствиях коррумпированности в нефтяной отрасли, о необходимости нетерпимого отношения к коррупционному поведению, об имеющихся в организации каналах обращения по поводу коррупции
	Умеет выделить в действиях коррупционную составляющую и негативные проявления коррупционного поведения
ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает специфические, оптимальные технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач в нефтехимии, поставленных специалистом более высокой квалификации
	Умеет выбирать и использовать необходимые методы для решения поставленной задачи
ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает теоретические основы переработки нефти и газа, способы оптимизации процессов, влияние условий на нефтехимические процессы
	Умеет получать, интерпретировать, критически оценивать любую информацию по переработке нефти и газа

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		7
Общий объем зач. ед.	**4**	**4**
час	**144**	**144**
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	**100**	**100**
Лекции	50	50
Практические занятия	50	50
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	**44**	**44**
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)	экзамен	экзамен

3. Система оценивания

3.1. Студент может получить оценку по результатам работы в семестре в соответствии с набранными баллами, которые переводятся в формат традиционной оценки в соответствии с приведенной шкалой перевода баллов:
91 и более баллов - "отлично";
76 -90 баллов - "хорошо";
61-75 баллов - "удовлетворительно";
0-60 баллов - "неудовлетворительно", студент приглашается на экзамен.
Обучающиеся, не набравшие 61 балл в течение семестра или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме экзамена.
Экзамен по курсу предполагает устный ответ на вопросы, приведенные в экзаменационном билете. Один билет включает три вопроса. Вопросы к экзамену приведены в требованиях к учебной встрече.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Нефть и газ как минеральное сырье. Добыча нефти и	16	6	6	0	0

	газа в России и мире. Способы добычи нефти и газа, методы повышения нефтеотдачи					
2	Элементный и фракционный состав нефти. Методы анализа и исследования нефтей и природного газа	36	10	10	0	0
3	Первичная переработка нефти и газа	32	10	10	0	0
4	Вторичная переработка нефтяных и газовых фракций.	20	8	8	0	0
5	Нефтехимическое направление переработки нефти и газа.	40	16	16	0	0
6	Консультация и экзамен	0	0	0	0	
	Итого (часов)	144	50	50		

4.2. Содержание дисциплины по разделам и темам

1. Нефть и газ как минеральное сырье

Нефть и газ как минеральное сырье. Добыча нефти и газа

Современные представления о происхождении нефти и газа. Роль нефти и газа как топливного и химического сырья. Мировые запасы нефти и газа. Основные нефтегазоносные регионы в мире и в России. Методы разведки (геологические, геофизические, геохимические) и добычи нефти и газа. Добыча нефти. Способы добычи нефти и газа. Основные этапы жизненного цикла месторождений, характеристика каждого этапа. Представление о способах оценки объема залежей нефти и газа, основные параметры коллекторов нефти и газа.

2. Состав нефти

Состав и классификация нефтей. Фракционный состав. Элементный состав. Химические классификации: групповой состав, прямые и косвенные классификации, технологическая классификация.

На лекции предполагается составление схем по способам классификации нефтей, по критериям оценки качества товарной и сырой нефти.

Химический состав нефти и газа: газообразные углеводороды (природный газ, газовые фракции газоконденсатных месторождений, попутные нефтяные газы, ШФЛУ), алканы легких фракций, алканы средних фракций (цикланы), алканы тяжелых фракций, циклоалканы, арены нефти. Смолы и асфальтены. Гетероатомные и минеральные компоненты нефти. Серу-, кислород-, азотсодержащие соединения. Минеральные компоненты нефти.

Химическое строение молекул нефтяных углеводородов, их структурные типы и реакционные центры. Способы активации молекул нефтяных углеводородов: нагревание, облучение, химическое инициирование, катализ. Методы анализа и исследования нефтей и природного газа. Технический анализ в нефтеперерабатывающей промышленности, цели и методы

анализа. Хроматография. Анализ газов, бензиновых фракций, высококипящих углеводородов; специальные хроматографические методы (аналитическая реакционная, пиролитическая хроматографии). Методы УФ-, ИК-, и ЯМР-спектроскопии, их использование в анализе нефти. Масс-спектрометрия.

Анализ проблем, возникающих при определении компонентов различных фракций. Сравнение возможностей методов анализа и их доступности.

3. Первичная переработка нефти и газа

Физические процессы первичной переработки нефти и газа. Подготовка сырой нефти к переработке (дегазация, стабилизация, обезвоживание, обессоливание, деэмульгирование). Фракционная перегонка и ректификация. Состав и свойства фракций. Просмотр видеофильма по ректификации нефти.

Подготовка газа. Транспорт нефти и газа. Теплофизические свойства углеводородов и их смесей (температура кипения, плотность, молекулярная масса, давление насыщенного пара, вязкость и т.п.). Составление опорных схем для обобщения информации по теплофизическим свойствам углеводородов.

Переработка и использование нефти и газа. Теплофизические свойства углеводородов и их смесей (температура кипения, плотность, молекулярная масса, давление насыщенного пара, вязкость и т.п.). Составление опорных схем для обобщения информации по теплофизическим свойствам углеводородов. Характеристика товарных нефтепродуктов и газовых фракций. Нефтяные топлива: газообразные топлива, бензины, реактивные, дизельные, газотурбинные, котельные и другие виды топлива. Состав, основные потребительские характеристики, способы повышения качества нефтяного топлива. Влияние состава и качества нефтепродуктов на экологическое состояние атмосферы, гидросферы, литосферы.

Нефтяные масла и твердые нефтепродукты. Нефтяные масла (моторные, трансмиссионные, индустриальные, турбинные и компрессорные масла). Основные характеристики, особенности состава, способы повышения качества. Присадки к маслам. Твердые нефтепродукты: парафины, церезины, воски. Нефтяные битумы и коксы. Технический углерод. Продукты специального назначения. Продукты переработки нефти: нефтяные растворители, керосины осветительные, присадки для нефтяных топлив и масел. Углеводороды как нефтехимическое сырье. Нефтяные и газовые фракции - полупродукты. Углеводородное сырье для микробиологического синтеза. Газовая сера и серная кислота.

4. Вторичная переработка нефтяных и газовых фракций

Технологические процессы переработки углеводородных газов. Очистка газов от механических и других примесей, осушка газов. Разделение углеводородных газов. Извлечение гелия из природного газа. Сжижение природного газа. Мембранное разделение смесей веществ. Технологические процессы нефтепереработки. Вторичная переработка нефтяных и газовых фракций. Термический крекинг, висбрекинг и коксование. Пиролиз. Каталитический крекинг. Каталитический риформинг. Гидрокрекинг и гидроочистка. Алкилирование. Изомеризация. Очистка топливных и масляных фракций. Кислотная и щелочная очистка. Демеркаптанизация топливных фракций. Осушка жидких углеводородов. Депарафинизация топливных фракций. Деасфальтизация и депарафинизация масляных фракций.

5. Нефтехимическое направление переработки нефти и газа

Полиэтилен, полипропилен. Полистирол. Поливинилхлорид. Полиэфирные, полиамидные и полиакрилонитрильные полимеры. Каучуки. Пластмассы и резины. Роль полимеров в современном мире: в быту, в спорте, в технике и технологиях. Водород. Аммиак. Азотная кислота. Синтетические моторные масла. Этилен. Пропилен. Формальдегид. Дихлорэтан. Стирол. Бутадиен и изопрен.

Темы практических занятий

1. Добыча нефти и газа в России и мире. Основные нефтегазоносные регионы в мире и в России. Рейтинг стран по доказанным запасам, по добыче нефти. Построение сравнительных

диаграмм. Сравнительный анализ нефтегазодобывающих провинций России (площадь, запасы, добыча, качество нефти). Составление таблиц, диаграмм по состоянию добычи и экспорта нефти и газа разными странами.
2. Способы добычи нефти и газа. Поиск информации по способам добычи нефти и газа. Характеристики месторождений. Просмотр видеофильма "Поиск и добыча нефти". Представление об устройстве скважин, о способах бурения, видах скважин, достоинствах и недостатках. Выполнение индивидуальных заданий по характеристике месторождений Тюменской области.
3. Методы повышения нефтеотдачи. Поиск информации по способам повышения нефтеотдачи. Классификация методов повышения нефтеотдачи (МУН). Применение химических МУН. Кислотные, щелочные обработки. Применение ПАВ и полимеров в повышении нефтеотдачи. Сущность кислотного воздействия на пласт. Применение щелочей, ПАВ, полимеров.
4. Обобщение информации по способам повышения нефтеотдачи. Химические реакции при проведении солянокислотных и глинокислотных обработок. Расчеты при проведении очистки призабойной зоны пласта.
5. Методы анализа нефти и газа. Сравнение аналитических методов, применяемых для характеристики состава нефти и газа. Достоинства и ограничения методов УФ-, ИК-, и ЯМР-спектроскопии. Представление о "средней молекуле нефти". Анализ высокомолекулярных компонентов нефти. Метод анилиновых точек. SARA - анализ.
6. Первичная подготовка нефти и газа. Подготовка нефти и газа к транспортировке. Подготовка сырой нефти к переработке (дегазация, стабилизация, обезвоживание, обессоливание, деэмульгирование). Фракционная перегонка и ректификация, промышленные установки. Состав и свойства фракций. Хранение нефти и газа.
Работа со справочниками и теплофизическим свойствам нефтей и природного газа, анализ информации по составу и физико-химическим свойствам газового конденсата и нефти.
7. Теплофизические свойства углеводородов и их смесей. Работа со справочниками и теплофизическим свойствам нефтей и природного газа, анализ информации по составу и физико-химическим свойствам газового конденсата и нефти.
8. Нефтяные топлива. Сравнительный анализ видов нефтяного топлива. Составление таблиц по основным характеристикам различных видов топлива. Подготовка к коллоквиуму по товарным нефтепродуктам.
9. Нефтяные масла. Сравнительный анализ нефтяных масел. Составление таблиц по основным характеристикам различных видов масел и твердых нефтепродуктов. Нефтяные масла (моторные, трансмиссионные, индустриальные, турбинные и компрессорные масла). Основные характеристики, особенности состава, способы повышения качества. Присадки к маслам. Твердые нефтепродукты: парафины, церезины, воски. Нефтяные битумы и коксы. Технический углерод.
Подготовка к коллоквиуму по товарным нефтепродуктам.
10. Товарные нефтепродукты. Коллоквиум по товарным нефтепродуктам.
Вопросы к коллоквиуму приведены в фондах оценочных средств.
11. Углеводородные газы и их переработка. Химические основы процессов осушки газов: хемоабсорбционная аминовая очистка газов. Очистка газов физическими и комбинированными поглотителями.
12. Каталитические процессы переработки нефтяных и газовых фракций. Термический крекинг, висбрекинг и коксование. Пиролиз. Каталитический крекинг. Каталитический риформинг. Гидрокрекинг и гидроочистка. Алкилирование. Изомеризация. Составление конспекта по химическим превращениям углеводородов в вышеперечисленных нефтехимических процессах.
13. Процессы переработки и очистки нефтяных и газовых фракций. Проведение коллоквиума по методам переработки и очистки топливных и масляных фракций. Вопросы к коллоквиуму приведены в фондах оценочных средств.

14. Важнейшие продукты нефтехимии. Обобщение информации по продуктам нефтехимического производства. Представление самостоятельных работ студентов.
15. Продукты полимеризации. Полимеры: Полиэтилен. Полипропилен. Полистирол. Поливинилхлорид. Полиэфирные, полиамидные и полиакрилонитрильные полимеры. Каучуки. Пластмассы и резины. Коллоквиум предполагает проведение контрольной по теме «Продукты полимеризации». Для выполнения необходимо охарактеризовать приведенные ниже полимеры по схеме:

1. Сырье для получения полимера, его источники.
2. Условия осуществления процесса получения полимера.
3. Химизм протекающих процессов.
4. Применение полимера в быту и технике.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Нефть и газ как минеральное сырье. Добыча нефти и газа в России и мире. Способы добычи нефти и газа, методы повышения нефтеотдачи	Чтение рекомендованной и дополнительной учебной, научной, критической и справочной литературы. Подготовка конспектов.
2	Элементный и фракционный состав нефти. Методы анализа и исследования нефтей и природного газа	Чтение рекомендованной и дополнительной учебной, научной, критической и справочной литературы. Подготовка конспектов.
3	Первичная переработка нефти и газа	Чтение рекомендованной и дополнительной учебной, научной, критической и справочной литературы. Подготовка конспектов.
4	Вторичная переработка нефтяных и газовых фракций.	Чтение рекомендованной и дополнительной учебной, научной, критической и справочной литературы. Подготовка конспектов.
5	Нефтехимическое направление переработки нефти и газа.	Чтение рекомендованной и дополнительной учебной, научной, критической и справочной литературы. Подготовка конспектов.
6	Экзамен	Чтение рекомендованной и дополнительной учебной, научной, критической и справочной литературы. Подготовка конспектов.

В ходе подготовки к занятию обучающиеся читают обязательную литературу. Оценка самостоятельной работы студентов осуществляется в течение практических занятий посредством устного опроса и подготовки заданий по теме занятия. Оцениваются как фактические знания студентов, так и глубина понимания предмета, а также навыки самостоятельного поиска необходимой информации по теме занятия и ее критической оценки.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

6.1 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Оценочное средство 1. Устный опрос

Примерные вопросы для проведения опроса по теме занятия

Тема 1. Нефть и газ как минеральное сырье. Добыча нефти и газа в России и мире. Способы добычи нефти и газа, методы повышения нефтеотдачи

- ✓ Назовите основные нефте- и газодобывающие страны мира.
- ✓ Классификация горных пород по генезису. Определение, примеры.
- ✓ Назовите и изобразите различные формы залегания горных пород.
- ✓ Приведите отличительные особенности различных тектонических нарушений горных пород.
- ✓ Пористость – определение, виды, факторы, влияющие на величину пористости.
- ✓ Как различаются коллекторы нефти и газа по характеру пористости? Охарактеризуйте свойства коллекторов.
- ✓ Как различаются по свойствам и литологии породы, относящиеся к коллекторам и покрышкам.
- ✓ Каустобилиты, определение, примеры. Чем отличаются каустобилиты друг от друга?
- ✓ Основные этапы разведки месторождений.

Оценочное средство 2. Контрольная работа

Тема № 2. Вариант 1.

1. Что такое групповой состав нефти? Какие методы могут быть использованы для определения группового состава нефти? В чем суть этих методов?

2. Применение жидкостно-адсорбционной и гель-хроматографии в анализе нефти и газа. Какие компоненты нефти и газа можно определять этим методом? Особенности проведения анализа: растворители, применяемые колонки и адсорбенты, методы детектирования. Достоинства и недостатки метода жидкостно-адсорбционной хроматографии в анализе нефти и газа.

3. Применение ИК-спектрометрии для определения компонентов нефти. Какие компоненты нефти могут быть определены этим методом? Что является аналитическим сигналом? Какие растворители обычно используют для проведения анализа. Достоинства и ограничения метода.

4. Идентификация нафтенов в нефти. Какие методы анализа необходимо использовать для качественного и количественного определения нафтенов в нефти. Как можно идентифицировать индивидуальные циклоалканы в нефти (например, реликтовые УВ).

5. Смолистые и асфальтеновые компоненты нефти – способы выделения, определения массового содержания, характеристика химического состава. Какова химическая природа этих компонентов нефти?

Оценочное средство 3. Реферат, Презентация, Доклад

По выбранной теме студент индивидуально готовит **Реферат** (10-15 страниц), **Презентацию** (10-15 слайдов) и **Доклад** (10-15 минут) в соответствии с озвученными преподавателем требованиями.

Контроль – представление Реферата (в электронном или бумажном виде, на усмотрение преподавателя), выступление на занятии с Презентацией, сопровождающейся Докладом.

Реферат представляет собой краткое изложение содержания научных трудов, литературы по определенной теме, статей по теме предмета. Объем реферата может достигать 10-15 стр.; время, отводимое на его подготовку – от 2 недель до месяца. Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение студентом нескольких литературных источников (монографий, научных статей и т.д.) и материалов исследований по определённым вопросам, не рассматриваемым подробно на практическом занятии, систематизацию материала и краткое его изложение. Цель написания реферата – привитие навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям. За время изучения курса студент представляет один реферат по предлагаемой теме (из примерного перечня) или формулирует тему самостоятельно, при одобрении темы преподавателем.

Примерная тематика рефератов

1. Нефтехимическое сырье (ШФЛУ, СУГ, нафта). Направления переработки, продукты. Уровень и перспективы потребления продуктов нефтехимии в России.
2. Пути решения проблемы выбросов оксидов углерода: сбор, утилизация, вторичные производства, карбоновые станции.

3. Нефтепродукты. Классификация. Моторные, дизельные, реактивные, газотурбинные и котельные топлива. Присадки к топливам.
4. Нефтепродукты. Масла. Классификация. Основные характеристики. Присадки к маслам.
5. Переработка нефтяных остатков: производство кокса, процессы, продукты, применение. Производство водорода парокислородной газификацией.
6. Серосодержащие компоненты нефти и нефтепродуктов. Окислительная конверсия сероводорода в элементарную серу (процесс Клауса). Окислительная демеркаптанизация.
7. Тенденции и современные проблемы производства высококачественных продуктов переработки нефти и газа.
8. Отходы нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств, их переработка и утилизация. Способы снижения экологической нагрузки. Безотходные технологии в нефтехимии.

Оценочное средство 4. Итоговый тест.
Темы тестовых заданий формируются на основе лекционного материала по Темам №3-5. Тест выполняется с использованием платформы Microsoft Teams (онлайн-тест) или письменно (на бумажном носителе).
Индивидуализация теста для обучающихся обеспечивается путем выбора верного ответа (одного или нескольких) из предложенных, установления случайного порядка вопросов в вариантах теста и ограниченного времени выполнения (таймер).
Примерный тестовый вопрос
Сырье процесса коксования:
- ✓ мазуты
- ✓ гудроны
- ✓ крекинг-остатки, тяжелый газойль каталитического крекинга
- ✓ водородсодержащая смесь углеводородов
- ✓ бензиновая фракция

Оценочное средство 5. Вопросы к экзамену
Перечень контрольных вопросов к экзамену
1. Классификация горных пород по генезису, краткая характеристика, формы залегания горных пород.
2. Пористость, проницаемость – определение, виды, факторы, влияющие на величину пористости. Способы определения пористости.
3. Свойства коллекторов нефти и газа. Параметры залежи нефти и газа.
4. Основные стадии формирования залежей УВ. Каустобилиты, определение, элементный состав, примеры. Продукты природного преобразования нефтей, свойства и основные отличия химического состава.
5. Теории происхождения нефти и газа, их отличия.
6. Этапы разработки месторождений. Краткая характеристика.
7. Осложнения при добыче нефти. Виды и последствия. Асфальто-смоло-парафиновые отложения (АСПО), солевые отложения – причины образования, состав, методы предотвращения, удаления и снижения вероятности их выпадения.
8. Кислотные обработки. Солянокислотные и Глинокислотные: назначение, основные характеристики, отличия, состав реагентов, механизм, достоинства и недостатки.
9. Методы увеличения нефтеотдачи пласта (МУН): первичные, вторичные, третичные. Характеристика, отличия.
10. Гидроразрыв пласта: определение, основные стадии реализации, достоинства и недостатки.
11. Тепловое воздействие на пласт (внутрипластовое горение, парофазные обработки и др.). Процессы, происходящие при тепловом воздействии.
12. Методы заводнения: области применения, типы, реагенты, механизм воздействия, достоинства и недостатки.

13. Добыча газа. Примеры месторождений. Природный и попутный газ. Классификация. Углеводородный состав, неуглеводородные компоненты. Характеристики газа. Сжиженные углеводородные газы (СУГ). Области применения и марки сжиженных газов.
14. Газоперерабатывающие заводы. Газофракционирующие установки. Извлечение тяжелых углеводородов. Переработка газа.
15. Главные маркерные сорта нефти, сорта российской нефти: названия, базовые характеристики.
16. Технологическая классификация нефти.
17. Микроэлементный состав нефтей. Характеристика соединений, в состав которых могут входить микроэлементы.
18. Групповой состав нефтей. Основные классы углеводородов, распределение по фракциям.
19. Фракционный состав нефти. Характеристика фракций.
20. Особенности химического состава нефтей (реликтовые углеводороды, хемофоссилии)
21. Кислород-, азот- и серосодержащие компоненты нефти. Основные классы, представители, свойства.
22. Приведите три крупнейшие нефтегазоносные провинции РФ, виды, краткая характеристика сырья, количество месторождений, наиболее крупные (1-3).
23. Основные химические, физические и физко-химические свойства нефти. Показатели нефти на их основе.
24. Парафины и церезины: формы существования и влияние на свойства нефти. Измеряемые физико-химические показатели, методы оценки стабильности нефти по парафинам.
25. SARA-анализ нефти: принцип, назначение, аппаратурное оформление, ограничения метода.
26. Методы определения элементного состава нефти. Сущность методов.
27. Методы определения фракционного состава нефти. Сущность методов.
28. Методы определения группового состава нефти. Сущность методов.
29. Применение газовой хроматографии в анализе нефти и газа. Какие компоненты нефти и газа можно определять этим методом? Особенности проведения анализа: газ-носитель, применяемые колонки и адсорбенты, методы детектирования. Достоинства и недостатки метода газовой хроматографии в анализе нефти и газа.
30. Основные нормируемые показатели качества товарной нефти. Регламент проведения периодических испытаний товарной нефти. Правила приемки нефти на НПЗ. План мероприятий при несоответствии показателей?
31. Подготовка нефти на месторождении. Характеристика установки предварительного сброса воды, нефтегазового сепаратора.
32. Причины, механизм образования и основные характеристики водонефтяных эмульсий. Методы деэмульсации водонефтяных систем. Принцип подбора метода разрушения эмульсии.
33. Виды, назначение, устройство и принцип действия оборудования обезвоживания и обессолевания нефти. Установка комплексной подготовки нефти.
34. Сущность, методы стабилизации нефти и их отличия.
35. Первичная переработка нефти и газа. Цели и объем операций.
36. Перегонка нефти. Низко- и высококипящие компоненты нефти, их соотношение в жидкой и паровой фазе. Физико-химические основы ректификации.
37. Строение ректификационной колонны. Принцип работы, ее части и протекающие в них процессы. Шлем и куб колонны, дистиллят, флегма, кубовый остаток, питательная, концентрационная и отгонная секция. Характеристики ректификационной колонны. Флегмовое число. Паровое число. Теоретическая тарелка. Число тарелок. Четкость погоноразделения.
38. Характеристика атмосферной перегонки, отличия, аппаратура, условия. Получение фракций и возможные области использования.
39. Характеристика вакуумной перегонки, отличия, аппаратура, условия. Получение фракций и возможные области использования.
40. Назначение, классификация, отличия ректификационных установок. Материальный баланс АТ и ВТ. Влияние исходного сырья и режима переработки на материальный баланс.
41. Термический крекинг. Назначение. Сырье, подготовка. Продукты основные и побочные. Аппараты, условия. Процессы. Химические превращения (реакции).

42. Висбрекинг. Назначение. Сырье, подготовка. Продукты основные и побочные. Аппараты, условия. Процессы. Химические превращения (реакции).
43. Каталитический крекинг. Назначение. Сырье, подготовка. Продукты основные и побочные. Аппараты, условия. Катализаторы. Процессы. Химические превращения (реакции).
44. Коксование нефти. Назначение. Сырье, подготовка. Продукты основные и побочные. Аппараты, условия. Процессы. Химические превращения (реакции).
45. Риформинг. Назначение. Сырье, подготовка. Продукты основные и побочные. Аппараты, условия. Катализаторы. Процессы. Химические превращения (реакции).
46. Гидроочистка. Назначение. Сырье, подготовка. Продукты основные и побочные. Аппараты, условия. Процессы. Химические превращения (реакции).
47. Пиролиз. Назначение. Сырье, подготовка. Продукты основные и побочные. Аппараты, условия. Процессы. Химические превращения (реакции).
48. Гидрокрекинг. Назначение. Сырье, подготовка. Продукты основные и побочные. Аппараты, условия. Процессы. Химические превращения (реакции).
49. Нефтепродукты. Классификация. Объемы производства. Области использования.
50. Бензины. Классификация. Фракционный состав. Основные характеристики товарных бензинов. Способы получения. Присадки к топливам. Контроль качества. Октановое число, способы определения.
51. Нефтепродукты. Моторные, дизельные, реактивные, газотурбинные, котельные топлива. Классификация. Фракционный состав. Основные характеристики товарных продуктов и области использования. Способы получения. Присадки. Контроль качества.
52. Нефтепродукты. Масла. Классификация. Фракционный состав. Основные характеристики товарных продуктов. Способы получения. Присадки. Контроль качества.
53. Нефтепродукты различного назначения. Битумы. Технический углерод. Смазки. Растворители. Классификация. Фракционный состав. Основные характеристики товарных продуктов и области использования. Способы получения. Присадки. Контроль качества.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знает: наиболее надежные и современные источники информации по составу и свойствам нефти, газа, нефтепродуктов	Конспекты лекционных и прочих материалов, использованных для подготовки к занятию. Контрольные работы 1-5, собеседование на практических занятиях, устный экзамен	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий.
		Умеет: находить необходимую информацию, критически ее анализировать,	Устный опрос в ходе практических занятий, выполнение индивидуальных заданий. Составление схем и сравнительных	

		систематизировать и применять на практике	таблиц по разделам предмета	Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
2	УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;	Знает: специфику промышленных профессиональных задач химии в области переработки нефти и газа, свободно ориентируется в действующих правовых нормах, имеющихся ресурсах и ограничениях	Конспекты лекционных и прочих материалов, использованных для подготовки к занятию. Контрольные работы 2-5. Собеседование на занятиях, устный экзамен.	
		Умеет: разрабатывать новые способы решения нестандартных профессиональных задач химии в области переработки нефти и газа	Устный опрос в ходе практических занятий, выполнение индивидуальных заданий.	
3	УК-8: Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;	Знает: требования по технике безопасности в промышленной переработке нефти и газа	Конспекты лекционных и прочих материалов, использованных для подготовки к занятию. Акцентированное внимание на требования к безопасности нефтехимических процессов. Контрольные работы 4,5. Собеседование на занятиях, Устный экзамен.	
		Умеет: оценивать потенциальную опасность аварийных ситуаций в области переработки нефти и газа	Устный опрос в ходе практических занятий, выполнение индивидуальных заданий. Анализ потенциальной опасности в процессах переработки нефти и газа.	
4	УК-9. Способен принимать	Знает: основные принципы принятия экономических	Конспекты лекционных и прочих материалов,	

	обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	решений, на основе анализа текущей ситуации, с учетом особенностей отрасли (химия нефти и газа)	использованных для подготовки к занятию. Контрольные работы 1-2, собеседование на практических занятиях, устный экзамен	
		Умеет: оценивать экономическую ситуацию, выделять наиболее значимые факторы для принятия экономических решений	Устный опрос в ходе практических занятий, выполнение индивидуальных заданий. Составление схем и сравнительных таблиц по разделам предмета	
5	УК-10. Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению	Знает: о возможных последствиях коррумпированности в нефтяной отрасли, о необходимости нетерпимого отношения к коррупционному поведению, об имеющихся в организации каналах обращения по поводу коррупции	Конспекты лекционных и прочих материалов, использованных для подготовки к занятию. Контрольные работы 1-2, собеседование на практических занятиях, устный экзамен	
		Умеет: выделить в действиях коррупционную составляющую и негативные проявления коррупционного поведения	Устный опрос в ходе практических занятий, выполнение индивидуальных заданий. Составление схем и сравнительных таблиц по разделам предмета	
6	ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом	Знает: специфические, оптимальные технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач в нефтехимии, поставленных специалистом более высокой квалификации	Конспекты лекционных и прочих материалов, использованных для подготовки к занятию. Контрольные работы 1-5, собеседование на занятиях, устный экзамен.	
		Умеет: Выбирать и использовать необходимые методы	Устный опрос в ходе практических занятий, выполнение индивидуальных заданий.	

	более высокой квалификации;	для решения поставленной задачи		
7	ПК-2: Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Знает: Теоретические основы переработки нефти и газа, способы оптимизации процессов, влияние условий на нефтехимические процессы	Конспекты лекционных и прочих материалов, использованных для подготовки к занятию. Контрольные работы 1-5, собеседование на занятиях, устный экзамен.	
		Умеет: Получать, интерпретировать, критически оценивать любую информацию по переработке нефти и газа	Устный опрос в ходе практических занятий, выполнение индивидуальных заданий.	

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Потехин, В. М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки: учебник / В. М. Потехин, В. В. Потехин. — 3-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 896 с. — ISBN 978-5-8114-1662-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/53687 (дата обращения: 01.04.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература:

Голубева, И. А. Газоперерабатывающие предприятия России : монография / И. А. Голубева, И. В. Мещерин, Е. В. Родина ; под редакцией А. Л. Лапидуса. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 456 с. — ISBN 978-5-8114-3294-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/109503 (дата обращения: 01.04.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Тупикин, Е. И. Общая нефтехимия : учебное пособие / Е. И. Тупикин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-4105-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/115198 (дата обращения: 01.04.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Интернет-ресурсы:

1. http://www.nglib.ru/index.jsp - портал научно-технической информации «Нефть и газ»
2. http://elibrary.ru/defaultx.asp - научная электронная библиотека,
3. http://www.twirpx.com/ - информационно-технический сайт «Все для студента»
4. http://window.edu.ru/
5. Oil Gas Journal - www.ogj.com
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" – Информационный портал "Студенту вуза" – http://studentu-vuza.ru/;
7. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление - www. geoinform .ru
8. Нефтегазовая вертикаль - www.ngv.ru
9. Нефть и капитал - www.oilcapital.ru
10. Нефть России. Oil of Russia - www.press.lukoil.ru
11. Нефтяное хозяйство - www.oil-industry.ru

12. Электронная библиотека учебных материалов по химии химического факультета Московского государственного университета: http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary.
13. Научная электронная библиотека: http://elibrary.ru.
14. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: http://window.edu.ru/window/
15. Федеральный портал «Российское образование»: http://www.edu.ru/
16. Сайт ChemNet: http://www.chemnet.ru;
17. Журнал "Успехи химии": http://library.nstu.ru/prezentazia_izdanii/prez_jurnal/ximiya;
18. Электронная библиотека по химии и технике: http://rushim.ru/books/books.htm;
19. Мир химии: http://chem.km.ru;
20. ChemWeb - Международный клуб химиков, журнал химических новостей
21. "The Alchemist": http://www.chemweb.com/alchem;
22. Официальный сайт Международной общественной организации "Наука и Техника",
23. электронный библиотечный фонд: http://n-t.ru;
24. Химический портал: www.ChemPort.ru;
25. научная сеть: химия http://www.nature.ru;
26. информационная система: http://www.chemrar.ru.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

ProQuest Dissertations &Theses Global / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: https://search.proquest.com/index
Национальная электронная библиотека. URL: https://rusneb.ru/

- Работа с Интернетом
- Работа с информационным порталом ИБЦ ТюмГУ
- Использование типовых компьютерных программ (Excel, Word, PowerPoint) для решения вычислительных задач, составления отчетов и презентаций.

8. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:
платформа для электронного обучения Microsoft Teams;
офисное ПО: операционная система MS Windows, офисный пакет MS Office.
Свободно распространяемые ПО, в том числе отечественного производства:
FAR Manager.

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий с мультимедийным оборудованием для демонстрации видеоматериалов.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ.