

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



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

А.В. Толстикова

29.10.2022 г.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Рабочая программа

для обучающихся по научной специальности 1.4.4. Физическая химия
форма обучения (очная)

Монина Л.Н., Андреев О.В. Физическая химия. Рабочая программа для обучающихся по научной специальности 1.4.4. Физическая химия, форма обучения (очная). Тюмень, 2022.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГТ к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов). Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

Рабочая программа дисциплины Физическая химия опубликована на сайте ТюмГУ: [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Физическая химия – раздел химической науки об общих законах, определяющих строение веществ, направление и скорость химических превращений при различных внешних условиях; о количественных взаимодействиях между химическим составом, структурой вещества и его свойствами.

Теоретической основой физической химии являются общие законы физической науки. Она включает учение о строении молекул вещества, химическую термодинамику и химическую кинетику.

В физической химии выделяют следующие области исследования:

1. Экспериментальное определение и расчет параметров строения молекул и пространственной структуры веществ.
2. Экспериментальное определение термодинамических свойств веществ, расчет термодинамических функций простых и сложных систем, в том числе на основе методов статистической термодинамики, изучение термодинамики фазовых превращений и фазовых переходов.
3. Определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях.
4. Теория растворов, межмолекулярные и межчастичные взаимодействия.
5. Изучение физико-химических свойств систем при воздействии внешних полей, а также в экстремальных условиях высоких температур и давлений.
6. Неравновесные процессы, потоки массы, энергии и энтропии пространственных и временных структур в неравновесных системах.
7. Макрокинетика, механизмы сложных химических процессов, физико-химическая гидродинамика, растворение и кристаллизация.
8. Динамика элементарного акта при химических превращениях.
9. Элементарные реакции с участием активных частиц.
10. Связь реакционной способности реагентов с их строением и условиями осуществления химической реакции.
11. Физико-химические основы процессов химической технологии.

Целью изучения дисциплины «Физическая химия» является формирование у аспирантов, на основе получаемых знаний, целостной картины проявления закономерностей химических явлений, протекания химических процессов с точки зрения законов физики, а также представлений о современных физико-химических методах исследования химических систем.

Задачи изучения дисциплины заключаются в формировании и углублении системы знаний у аспирантов по основным разделам дисциплины:

- химическая термодинамика
- поверхностные явления и адсорбция;
- фазовые равновесия;
- методы физико-химического анализа;
- физико-химический анализ нефтяных коллекторов;
- электрохимические процессы;
- кинетика и катализ.

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

Компетенции, формируемые в процессе освоения дисциплины:

ПК-10 - способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 1.4.4. Физическая химия;

ПК-11 - способность использовать современную научную аппаратуру и методы, используемые при выполнении научных исследований в области физической химии (газовая и жидкостная хроматография, ИК-, УФ-, ЯМР-спектроскопия и масс-спектрометрия, электронная микроскопия, рентгенофазовый анализ, физико-химический анализ; методы математического моделирования и статистической обработки данных).

В результате освоения дисциплины **обучающийся должен:**

Знать все основные понятия по темам дисциплины, место физической химии в ряду химических дисциплин; важность физической химии, ее актуальность и методологический аппарат; методы и теории физической химии; теоретические основы методов физической химии; основные правила представления графического материала, табличных, расчетных и теоретических данных в соответствии с принятыми в физической химии нормами и правилами.

Уметь анализировать теоретические и экспериментальные результаты на соответствие паспорту научной специальности 1.4.4. Физическая химия; привлекать основные понятия физической химии и ее разделов к обсуждению полученных результатов; критически систематизировать литературные данные по темам дисциплины, наиболее близко относящиеся в тематике научно-исследовательской работы; формулировать темы проектно-исследовательских, научно-исследовательских работ студентов и спланировать их выполнение, осуществлять текущее руководство; грамотно представлять результаты научных исследований (как теоретических, так и экспериментальных) в соответствии с принятыми в физической химии нормами и правилами.

Владеть профессиональным химическим языком; устойчивыми навыками использования понятийного аппарата физической химии в профессиональной деятельности; теорией и методами физической химии; навыками анализа публикаций по тематике занятий.

3. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		5 семестр
Общий объем	4	4
	144	144
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	32	32
Лекции	16	16
Практические занятия	16	16
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	-	-
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	76	76
Вид промежуточной аттестации - кандидатский экзамен	36	Кандидатский экзамен 36

4. Система оценивания

По окончании изучения курса обучающийся сдает кандидатский экзамен, который является обязательным для всех.

5. Содержание дисциплины

5.1. 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.	Химическая термодинамика	6	4	2	0	0
2.	Поверхностные явления и адсорбция	4	2	2	0	0
3.	Фазовые равновесия	4	2	2	0	0
4.	Методы физико-химического анализа	4	2	2	0	0
5.	Физико-химический анализ нефтяных коллекторов	4	2	2	0	0
6.	Электрохимические процессы	4	2	2	0	0
7.	Кинетика и катализ	6	2	4	0	0
8.	Консультация перед экзаменом	2	0	0	0	2
9.	Кандидатский экзамен	34	0	0	0	34
	Итого (часов)	68	16	16	0	36

5.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

*Тематика лекционных занятий:***1. Химическая термодинамика**

Основные понятия термодинамики: изолированные и открытые системы, равновесные и неравновесные системы, термодинамические переменные, температура, интенсивные и экстенсивные переменные. Уравнения состояния. Первый закон термодинамики и его применение. Энтальпия. Второй закон термодинамики. Энтропия. Энергии Гиббса и Гельмгольца. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов. Работа и теплота химического процесса. Химические потенциалы.

Химическое равновесие. Изотерма Вант-Гоффа. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Приведенная энергия Гиббса и ее использование для расчетов химических равновесий.

2. Поверхностные явления и адсорбция

Адсорбция. Адсорбент, адсорбат. Виды адсорбции. Изотермы и изобары адсорбции. Уравнение Генри. Константа адсорбционного равновесия. Уравнение Лэнгмюра. Адсорбция из растворов. Теории адсорбции: Лэнгмюра, Поляни, Брунауэра-Эмета-Тейллера (БЭТ).

Поверхность раздела фаз. Свободная поверхностная энергия, поверхностное натяжение, избыточные термодинамические функции поверхностного слоя. Изменение поверхностного натяжения на границе жидкость – пар от температуры. Эффект Ребиндера.

Капиллярные явления. Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости. Капиллярная конденсация.

3. Фазовые равновесия

Условие равновесия фаз. Правило фаз Гиббса, Скрейнемакера, Палатника. Фазовый переход жидкость – пар. Критические параметры. Кристаллическое и аморфное состояние фаз. Термодинамические закономерности равновесий жидкость-пар в бинарных двухфазных системах. Практическое применение равновесий между жидкостью и паром. Равновесие

жидкость-жидкость, твердое тело-жидкость, твердая фаза-расплав. Типы трехфазных равновесий.

Координаты диаграммы однокомпонентной системы. Диаграммы состояния воды, серы. Фазовые переходы первого, второго рода. Термодинамическое описание кривых испарения, возгонки, плавления. Тройная точка. Полиморфизм, энантиотропия, монотропия.

Диаграмма двухкомпонентной системы. Концентрационная ось. Виды концентраций. Типы фазовых диаграмм. Двухкомпонентные системы с образованием промежуточных фаз. Расчет положений линий ликвидуса и солидуса, координат эвтектических точек, теплот плавления.

Трехкомпонентные системы. Метод изображения состава: треугольник Розебома, отношение высот. Тройная диаграмма состояния эвтектического типа. Пространственные и плоскостные диаграммы системы. Изотермические разрезы через эвтектику, между двумя любыми точками. Построение полей кристаллизации методом изотермических сечений. Поля первичной кристаллизации индивидуальных компонентов, совместной кристаллизации двух компонентов, плоскость тройной эвтектики. Изменение вида элементов двойных систем при переходе в тройную систему. Применение правила фаз Гиббса к тройным системам. Тройные системы с образующимся химическим соединением. Триангуляция. Симплексные треугольники. Квазибинарные разрезы. Системы с образованием соединений и эвтектического типа.

Многокомпонентные системы. Геометрическое изображение четырехкомпонентных систем.

Применение правила фаз Гиббса к фазовым диаграммам однокомпонентных, двойных и тройных систем.

4. Методы физико-химического анализа

Физико-химический подход к изучению химических систем. Зависимости «состав – свойство». Виды свойств. Принципы физико-химического анализа: свободы выбора, соответствия, непрерывности изменения свойств. Развитие физико-химического анализа, его значение для практики и современное состояние.

Методы физико-химического анализа природных и технических многофазных систем. Термический и дифференциальный термический методы анализа. Принципиальная схема установки. Термическая зависимость. Термический эффект-пик. Способы определения характерных точек пика. Вид термограмм для системы эвтектического типа. Микроструктурный анализ. Порядок кристаллизации фаз из расплава для образцов системы эвтектического типа. Порядок приготовления шлифа. Анализ шлифа под микроскопом. Травление. Рентгенофазовый анализ. Идентификация рентгенограмм индивидуальных веществ и смеси фаз. Изменение параметров элементарной ячейки в области твердого раствора. Закон Vegarda. Виды термограмм, дифрактограмм, микроструктуры для систем эвтектического типа с полиморфным превращением компонента, с образованием неограниченных твердых растворов, диаграмм состояния с ограниченными твердыми растворами эвтектического и перитектического типов. ДюрOMETрический анализ. Микротвердость зерна. Достижения состояния равновесия. Отжиг и закалка.

5. Физико-химический анализ нефтяных коллекторов

Нефтяной коллектор и его характеристики. Геолого-физические характеристики пласта. Проницаемость, пористость горной породы, внутреннее давление. Причины снижения проницаемости в области пласта около добывающих и нагнетательных скважин. Рентгенофазовый анализ карбонатных и терригенных пород. Пробоподготовка глинистых минералов для анализа. Физико-химические методы воздействия на призабойную зону пласта. Химические методы воздействия. Химизм взаимодействия кислотных растворов с горной породой.

6. Электрохимические процессы

Растворы электролитов. Ион-дипольное взаимодействие. Средняя активность и средний коэффициент активности. Основные положения теории Дебая – Хюккеля. Условия электрохимического равновесия на границе раздела фаз и в электрохимической цепи. Термодинамика гальванического элемента. Электродвижущая сила. Уравнения Нернста и Гиббса – Гельмгольца для равновесной электрохимической цепи. Понятие электродного

потенциала. Электропроводность растворов электролитов. Числа переноса, подвижность ионов и закон Кольрауша.

7. Кинетика и катализ

Основные понятия химической кинетики. Основной постулат химической кинетики. Способы определения скорости реакции. Кинетические кривые. Кинетические уравнения. Константа скорости и порядок реакции. Кинетические уравнения для обратимых, параллельных и последовательных реакций. Кинетика гомогенных каталитических и ферментативных реакций.

Цепные реакции. Реакции в потоке. Реакции идеального вытеснения и идеального смешения. Колебательные реакции. Роль диффузии в кинетике гетерогенных реакций. Кинетика гетерогенных каталитических реакций. Различные режимы протекания реакций (кинетическая и внешняя кинетическая области, области внешней и внутренней диффузии). Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и способы ее определения. Энергия и энтропия активации. Использование молекулярных постоянных при расчете константы скорости.

Классификация каталитических реакций и катализаторов. Теория промежуточных соединений в катализе, принцип энергетического соответствия.

Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Металлокомплексный катализ: кинетика и механизмы.

Ферментативный катализ. Адсорбционные и каталитические центры ферментов. Активность и субстратная селективность ферментов. Коферменты. Механизмы ферментативного катализа.

Гетерогенный катализ. Селективность катализаторов. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций. Неоднородность поверхности катализаторов, нанесенные катализаторы. Энергия активации гетерогенных каталитических реакций.

Современные теории функционирования гетерогенных катализаторов. Основные промышленные каталитические процессы.

Тематика практических занятий:

1. Термодинамические расчеты в физической химии.
2. Поверхностные свойства на границе раздела фаз.
3. Фазовые равновесия.
4. Физико-химический анализ.
5. Физико-химические и химические методы воздействия на призабойную зону пласта.
6. Электрохимическое равновесие.
7. Кинетические процессы.
8. Каталитические процессы.

6. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Химическая термодинамика	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическому занятию.
2.	Поверхностные явления и адсорбция	
3.	Фазовые равновесия	
4.	Методы физико-химического анализа	Работа в библиографических базах данных, подбор к семинарам 2-3 статей по тематике занятия
5.	Физико-химический анализ нефтяных коллекторов	
6.	Электрохимические процессы	Составление глоссария по тематикам лекций
7.	Кинетика и катализ	

8.	Консультация перед экзаменом	Подготовка к экзамену, подготовка вопросов, требующих дополнительного пояснения
9.	Кандидатский экзамен	Устные ответы на экзаменационные вопросы

Качество освоения учебного материала оценивается по умению аспиранта использовать теоретические знания при выполнении практических задач, по степени проработанности всех аспектов задания, оформлению материала, соблюдению установленных сроков представления работы на проверку, степени самостоятельности, творческой активности, наличию элементов новизны и оригинальности подхода при выполнении заданий.

7. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

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

Кандидатский экзамен сдается по завершению изучения дисциплины "Физическая химия" в формате устного собеседования. Каждый экзаменационный билет содержит 5 вопросов, в т.ч. один вопрос по содержанию (теоретическим разделам и экспериментальной части) частично выполненной кандидатской диссертации.

Для проведения кандидатского экзамена утверждается состав комиссии по приему экзамена «Физическая химия». Нормативы времени: на подготовку ответа – не более 60 мин; на ответ аспиранта – не более 60 мин. При ответе обучающийся может пользоваться записями, сделанными на экзамене при подготовке ответов. Кандидатский экзамен проводится в соответствии с установленными требованиями и по заранее утвержденному расписанию.

Процедура проведения экзамена предусматривает дополнительные вопросы по тем же или другим разделам программы, не вошедшим в экзаменационный билет. Каждый вопрос билета оценивается в максимум 1 балл, итого за весь ответ аспирант может набрать 5 баллов.

Критерии оценки результатов кандидатского экзамена

Оценка «отлично» (5 баллов) ставится при соблюдении следующих условий:

- грамотное и правильное использование в ответах химической и общенаучной терминологии;

- безошибочное владение категориальным аппаратом науки;
- умение обозначить основные проблемы сформулированных в билетах вопросов;
- безошибочное знание фактического материала;
- историографические знания в рамках вопросов билета;
- умение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- логичность, связность ответа.

Оценка «хорошо» (4 балла) ставится при соблюдении следующих условий:

- грамотное использование в ответах экономической и общенаучной терминологии;
- проблемное изложение сформулированных в билетах вопросов;
- отдельные ошибки при изложении фактического материала;
- неполнота изложения историографических сведений в рамках вопросов билета;
- умение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- логичность, связность ответа.

Оценка «удовлетворительно» (3 балла) ставится за:

- недостаточное использование в ответах химической и общенаучной терминологии;
- недостаточное владение категориальным аппаратом науки;
- умение обозначить только одну из проблем, сформулированных в билетах вопросов;
- ошибки при изложении фактического материала;
- поверхностные историографические знания в рамках вопросов билета;
- нарушение логичности и связности ответа.

Оценка «неудовлетворительно» (2 балла) ставится за:

- отсутствие в ответах необходимой химической и общенаучной терминологии;
- описательное изложение сформулированных в билетах вопросов, неумение обозначить и изложить проблемы;
- грубые ошибки при изложении фактического материала;

- незнание историографии вопросов билета;
- неумение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- нарушение логичности, связности ответа.

Вопросы для кандидатского экзамена (формируют 1-4 вопросы билета):

1. Синтетико-препаративный метод. Физико-химический анализ. Зависимости состав – свойство. Принципы физико- химического анализа.
2. Сходства и различия в синтетико- препаративном и физико-химическом методах изучения химических систем. Проиллюстрируйте принципы физико-химического анализа на примере диаграммы состояния конкретной системы.
2. Диаграмма состояния однокомпонентной системы. Процессы испарения, возгонки, сублимации, плавления. Тройная точка. Полиморфизм, энантиотропия, монотропия. Положение линий фазовых равновесий и линии метастабильных равновесий.
3. Эвтектика, эвтектоид. Укажите фазовые равновесия происходящие в точках эвтектики и эвтектоида, их сходство и различие. Основные линии фазовых равновесий бинарной системы: ликвидус, солидус, сольвус. Равновесные и метастабильные линии фазовых равновесий в бинарной системе.
4. Степень свободы, компонент, внешние параметры. Полиморфизм. Скорость полиморфных переходов. Как изменяется симметрия кристаллической структуры при полиморфных переходах, происходящих с повышением температуры. Кристаллизация. Укажите степень свободы для всех геометрических элементов диаграммы состояния эвтектического типа.
5. Классификация фазовых диаграмм по Розебому. Примените правило фаз Гиббса к каждому типу диаграмм. Объясните, почему существование диаграмм без взаимной растворимости компонентов маловероятно.
6. Каковы возможные причины образования в области твёрдого раствора минимумов и максимумов в положении линий ликвидус и солидус. Чем химические соединения отличаются от твёрдых растворов.
7. Химическое соединение. Признаки химического соединения. Фазовые диаграммы с образованием химических соединений. Характер плавления химических соединений: конгруэнтный, перитектический. Максимум плавления. Эндотермические, экзотермические соединения. Какую информацию можно получить из положения линий солидус и ликвидус вблизи максимума плавления. Прочность каких соединений увеличивается с повышением температуры эндотермических или экзотермических и почему.
8. Дальтонида, бертоллиды твердые растворы. Закон кратных отношений Джона Дальтона. Сингулярные точки. Характер зависимость свойств от состава. Реальные и мнимые соединения. Могут ли мнимые соединения стать реальными. Укажите возможные пути возникновения бертоллидов в системах. Какие взгляды отстаивал Бертолле в споре с Прустом. В чем ограниченность закона постоянства состава.
9. Провести построение фазовой диаграммы квазибинарной системы по данным метода термического анализа с учётом результатов микроструктурного и рентгенофазового анализов (термические зависимости, описание микроструктуры и дифрактограммы прилагаются).
10. Выбор составов для экспериментального исследования фазовых равновесий. Определение условий проведения опытов. Обработка экспериментальных данных. Сопоставление данных микроструктурного, термического, рентгенофазового анализов. Построение фазовой диаграммы в соответствии с правилом фаз Гиббса. Из экспериментальных данных определить соотношение в первичных кристаллов на шлифах образцов и пика их плавления на термограммах.
11. Тройная система. Политермический разрез, изотермический разрез. Проекция линии ликвидус. Изотермы. Поля кристаллизации. Подчинённые системы. Сколько фаз может находиться в равновесии в тройной системе. В чём сущность триангуляции, зачем проводят триангуляцию. Какие разрезы называют квазибинарными. С помощью каких методов узнают положение плоскостей первичной кристаллизации фаз. С какой целью осуществляют построение изотермических разрезов.

12. Рентгенофазовый анализ, сущность метода, его применение к изучению фазовых равновесий. Зависимости состав – параметр элементарной ячейки фаз для различных типов бинарной системы. Установление границ растворимости на фазовых диаграммах. Построение линии сольвуса. Расчет параметра элементарной ячейки. Какие факторы вызывают изменение параметров элементарной ячейки в области твёрдого раствора. В чём причины отрицательных и положительных отклонений от закона Вегарда.
13. Термические методы анализа. Термические зависимости. Зачем в термическом анализе введена дифференциальная термопара. Каким образом из прямой термической записи можно получить дифференциальную.
14. Количественные характеристики процесса плавления. Теплота плавления. Термохимические уравнения.
15. Микроструктурный анализ. Сущность метода, его применение к изучению фазовых равновесий. Порядок кристаллизации фаз из расплава на примере диаграмм различного типа взаимодействия.
16. Дайте силовое и энергетическое определение поверхностного натяжения. Как оно возникает, от чего зависит его величина? Как термодинамически выражается поверхностное натяжение? Какие методы используются для определения поверхностного натяжения жидкостей и твердых тел? Дать теоретическое обоснование этих методов. Как и почему поверхностное натяжение зависит от температуры?
17. Что такое капиллярное давление? От чего зависит его величина? Каковы причины поднятия и опускания жидкости в капилляре? Какое значение имеют эти явления? Почему в капиллярах пар конденсируется при давлениях, более низких, чем на плоской поверхности.
18. Что называется адсорбцией? В чем заключается движущая сила адсорбции? Как количественно характеризуют адсорбцию? В чем отличия хемосорбции и физической адсорбции?
19. Что такое гиббсовская адсорбция, в чем ее механизм? Запишите и охарактеризуйте фундаментальное уравнение Гиббса.
20. Какие вещества называются поверхностно-активными (ПАВ)? Каково их строение? Что такое поверхностная активность, как ее можно определить? От чего зависит величина поверхностной активности? В чем суть правила Траубе?
21. По каким принципам классифицируют ПАВ? Чем отличаются коллоидные ПАВ от истинно-растворимых? Что такое ККМ, как ее можно определить? В чем основа использования ПАВ в качестве стабилизатора дисперсных систем?
22. Каковы причины и особенности адсорбции на твердой поверхности? Каково ее практическое значение?
23. При каких условиях для описания адсорбции можно применять уравнения Генри и Фрейндлиха? Как определяются константы в этих уравнениях? Каковы основные положения теории Ленгмюра? Каков физический смысл констант, входящих в уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра, как их можно определить? Какие термодинамические и геометрические характеристики можно рассчитать, зная эти константы?
24. При каких условиях выполняется уравнение изотермы адсорбции БЭТ? В чем физический смысл констант в уравнении БЭТ, как их можно определить? В чем преимущества уравнения БЭТ перед другими уравнениями изотерм адсорбции?
25. К каким адсорбентам применима теория Поляни? В чем ее сущность и каковы основные положения? Что такое характеристические кривые, как их можно использовать на практике? Для чего применяют коэффициенты аффинности?
26. Капиллярная конденсация и особенности ее протекания в пористых адсорбентах. В каких случаях необходимо учитывать это явление при адсорбционных процессах?
27. В чем особенности молекулярной и ионной адсорбции из растворов? Каково их практическое применение?
28. Кинетика. Скорость химической реакции и способы ее определения. Кинетические кривые и уравнения. Константа скорости и порядок реакции. Кинетика гомогенных каталитических и ферментативных реакций.
29. Гомогенные и гетерогенные реакции. Диффузия, ее роль в кинетике гетерогенных реакций. Кинетика гетерогенных каталитических реакций. Различные режимы протекания

реакций (кинетическая и внешняя кинетическая области, области внешней и внутренней диффузии). Зависимость скорости реакции от температуры. Константа скорости химической реакции. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и способы ее определения.

30. Классификация каталитических реакций и катализаторов. Теория промежуточных соединений в катализе. Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Металлокомплексный катализ: кинетика и механизмы. Ферментативный катализ, его механизм. Адсорбционные и каталитические центры ферментов. Активность и субстратная селективность ферментов. Коферменты.

31. Гетерогенный катализ. Селективность катализаторов. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций. Неоднородность поверхности катализаторов, нанесенные катализаторы. Энергия активации гетерогенных каталитических реакций. Современные теории функционирования гетерогенных катализаторов. Основные промышленные каталитические процессы.

32. Электролиты и неэлектролиты. Растворы электролитов. Ион-дипольное взаимодействие. Активность ионов. Коэффициент активности. Теория Дебая-Хюккеля. Ионная атмосфера.

33. Условия электрохимического равновесия на границе раздела фаз и в электрохимической цепи. Гальванический элемент.

34. Электродвижущая сила (ЭДС) гальванического элемента. Уравнения Нернста и Гиббса-Гельмгольца для равновесной электрохимической цепи. Электродный потенциал.

35. Электропроводность растворов электролитов; удельная и эквивалентная электропроводность. Числа переноса, подвижность ионов и закон Кольрауша. Электрофоретический и релаксационные эффекты.

36. Пористость горной породы; коэффициенты полной и открытой пористости. Проницаемость горной породы; абсолютная, фазовая, и относительная проницаемости.

37. Закон фильтрации Дарси. Горное и внутриверстовое давление.

38. Физические методы воздействия на нефтяной пласт: виброобработка, электрогидравлический метод, тепловая обработка. Физико-химические методы воздействия на нефтяной пласт: термохимические обработки. Химические методы на нефтяной пласт: солянокислотная обработка, глиноукислотная обработка.

39. Термодинамическая система. Классификация систем.

40. Первый закон термодинамики и его применение. Закон Гесса. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгофа.

41. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее изменения в обратимых и необратимых процессах. Теорема Карно-Клаузиуса. Фундаментальные уравнения Гиббса. Энергии Гиббса и Гельмгольца. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов. Уравнение Гиббса – Гельмгольца. Работа и теплота химического процесса.

42. Химическое равновесие. Закон действующих масс. Константы равновесия. Изотерма Вант-Гоффа. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Приведенная энергия Гиббса и ее использование для расчетов химических равновесий.

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

8.1 Основная литература:

1. Зарубин, Д. П. Физическая химия : учеб. пособие / Д.П. Зарубин. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 474 с. [Электронный ресурс; Режим доступа <http://new.znanium.com>]. — www.dx.doi.org/10.12737/20894. - ISBN 978-5-16-010067-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1009295> (дата обращения: 19.03.2022)

2. Попова, А. А. Физическая химия : учебное пособие / А. А. Попова, Т. Б. Попова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-1796-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211988> (дата обращения: 19.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8.2. Дополнительная литература:

1. Бажин, Н. М. Термодинамика для химиков: учебник / Н. М. Бажин, В. Н. Пармон. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 612 с. — ISBN 978-5-8114-3917-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121454> (дата обращения: 19.03.2022).
2. Фазовые равновесия в системах сульфидов 3d-, 4f-элементов : монография / О. В. Андреев, В. Г. Бамбуров, Л. Н. Моница [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: 19.03.2022).
3. Гаркушин И.К. Физико-химический анализ в материаловедении. В 2 томах. Т.1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гаркушин И.К., Сухаренко М.А., Дёмина М.А.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015.— 370 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/91805.html>.— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 19.03.2022).
4. Гаркушин И.К. Физико-химический анализ в материаловедении. В 2 томах. Т.2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гаркушин И.К., Сухаренко М.А., Дёмина М.А.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015.— 373 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/91132.html>.— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 19.03.2022).
5. Березовчук А.В. Физическая химия : учебное пособие / Березовчук А.В.. — Саратов : Научная книга, 2019. — 159 с. — ISBN 978-5-9758-1816-4. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/81087.html> (дата обращения: 19.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
6. Бобкова Н.М. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов : учебник / Бобкова Н.М.. — Минск : Вышэйшая школа, 2007. — 301 с. — ISBN 978-985-06-1389-9. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/20160.html> (дата обращения: 19.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
7. Физическая химия. Теория и задачи : учебное пособие для вузов / Ю. П. Акулова, С. Г. Изотова, О. В. Проскурина, И. А. Черепкова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-8947-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185893> (дата обращения: 19.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Сафонова, Л. П. Физическая химия дисперсных систем : учебно-методическое пособие / Л. П. Сафонова, В. В. Королёв, В. И. Савельев. — Иваново : ИГХТУ, 2007. — 40 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4465> (дата обращения: 19.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Афанасьев, Б. Н. Физическая химия : учебное пособие / Б. Н. Афанасьев, Ю. П. Акулова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1402-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168461> (дата обращения: 19.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Свиридов, В. В. Физическая химия : учебное пособие для вузов / В. В. Свиридов, А. В. Свиридов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 600 с. — ISBN 978-5-8114-9174-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187778> (дата обращения: 19.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8.3 Интернет-ресурсы:

Библиотека ТюмГУ: URL: <http://www.tmnlib.ru/jirbis/>
 eLIBRARY – Научная электронная библиотека URL: <http://www.elibrary.ru/>
 Базы библиографических данных URL: <http://www.scopus.com/>
 Базы данных, доступные в рамках национальной подписки:
<https://rd.springer.com/>
<https://onlinelibrary.wiley.com/>

9. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

MS Office, платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

10. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

11. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям лиц с ограниченными возможностями

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

12. Методические рекомендации обучающимся по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа включает проработку лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работу с базами библиографических данных, поиск статей по тематике практических занятий, подготовка к экзамену в форме устного собеседования.

При подготовке к экзамену рекомендуется актуализация и анализ содержания материала лекционных и практических занятий; чтение обязательной и дополнительной литературы; самостоятельный поиск информации по отдельным вопросам с использованием наукометрических баз данных.