

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



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

А.В. Толстикова

2022 г.

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Рабочая программа

для обучающихся по научной специальности 1.4.1. Неорганическая химия
форма обучения (очная)

Монина Л.Н., Андреев О.В. Неорганическая химия. Рабочая программа для обучающихся по научной специальности 1.4.1. Неорганическая 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 Неорганическая химия опубликована на сайте ТюмГУ: [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Неорганическая химия – раздел науки, изучающий строение, реакционную способность и свойства химических элементов и их соединений, за исключением органических соединений. Объектами исследований являются химические элементы и их соединения, включая координационные соединения с неорганическими, органическими и биолигандами и материалы на их основе. Теоретической основой неорганической химии является Периодический закон Д.И. Менделеева. Методы неорганической химии включают синтез неорганических соединений различными способами, изучение их строения, химических превращений и свойств физическими и физико-химическими методами.

Области исследований:

- Фундаментальные основы получения объектов исследования неорганической химии и материалов на их основе.
- Дизайн и синтез новых неорганических соединений и особо чистых веществ с заданными свойствами.
- Химическая связь и строение неорганических соединений.
- Реакционная способность неорганических соединений в различных агрегатных состояниях и экстремальных условиях
- Взаимосвязь между составом, строением и свойствами неорганических соединений. Неорганические наноструктурированные материалы.
- Определение надмолекулярного строения синтетических и природных неорганических соединений, включая координационные.
- Процессы комплексообразования и реакционная способность координационных соединений, Реакции координированных лигандов.
- Моделирование процессов, протекающих в окружающей среде, растениях и живых организмах, с участием объектов исследования неорганической химии.

Целью изучения дисциплины «Неорганическая химия» является формирование у аспирантов, на основе получаемых знаний, целостной картины проявления закономерностей изменения свойств химических соединений в зависимости от положения элементов в Периодической системе, типа химической связи, строения молекул и структуры соединений, а также взаимосвязи неорганической химии с другими химическими дисциплинами и практической значимости.

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

- строение атома;
- Периодический закон;
- Периодическая система химических элементов
- химическая связь;
- координационные соединения;
- неорганический синтез;
- закономерности протекания химических реакций;
- термодинамика;
- фазовые равновесия и фазовые диаграммы;
- кинетические процессы;
- химия s-, p-, d-, f-элементов;
- методы исследования структуры и свойств неорганических соединений

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

Компетенции, формируемые в процессе освоения дисциплины:

ПК-1 - готовность к самостоятельному проведению научно-исследовательской и теоретической работы в соответствии с паспортом научной специальности по неорганической химии, к получению экспериментальных результатов, в том числе практически важных и новых, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на

соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 1.4.1. Неорганическая химия.

ПК-2 - способность использовать современную научную аппаратуру и методы, необходимые при выполнении научных исследований в области неорганической химии; проводить синтез и анализ различных объектов неорганической химии, соединений, материалов; выявлять взаимосвязи между составом, строением и свойствами неорганических соединений.

В результате освоения дисциплины **обучающийся должен:**

Знать все основные данные по темам дисциплины, место неорганической химии в ряду химических дисциплин; какие разделы неорганической химии наиболее полно отражаются в диссертационном исследовании; какие понятия и законы неорганической химии использует аспирант в своей научно-исследовательской деятельности; современное состояние проблематики неорганической химии и какие направления могут получить развитие в будущем; историческое развитие неорганической химии и какие разделы выделились в самостоятельные научные и экспериментальные направления химической науки.

Уметь анализировать результаты научно-исследовательской работы на соответствие паспорту специальности; привлекать основные понятия неорганической химии и ее разделов к обсуждению полученных результатов; критически систематизировать литературные данные по темам дисциплины, наиболее близко относящиеся в тематике научно-исследовательской работы; формулировать 5-7 тем курсовых работ/научно-исследовательских работ по тематике неорганической химии и спланировать их выполнение.

Владеть профессиональным химическим языком; устойчивыми навыками использования понятийного аппарата неорганической химии в профессиональной деятельности; теорией и методами неорганической химии.

3. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		5 семестр
Общий объем зач. ед. час	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

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.	Строение атома. Периодическая система	4	2	2	0	0
2.	Химическая связь	4	2	2	0	0
3.	Комплексные соединения	4	2	2	0	0
4.	Термодинамика и кинетика	2	2	0	0	0
5.	Фазовые диаграммы неорганических систем	2	0	2	0	0
6.	Неорганический синтез	4	2	2	0	0
7.	Химия s-, p-элементов	4	2	2	0	0
8.	Химия d-, f-элементов	4	2	2	0	0
9.	Методы исследования неорганических соединений	4	2	2	0	0
10.	Консультация перед экзаменом	2	0	0	0	2
11.	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. Строение атома. Периодическая система**

Современные представления о строении атома. Ядро атома. Уравнение Шредингера. Корпускулярно-волновой дуализм. Квантовые числа. Распределение электронной плотности. Атомные орбитали: энергия и форма. Правила заполнения электронами атомных орбиталей. Принцип минимума энергии. Правила Клечковского. Правило Хунда. Принцип Паули. Атомные термы. Периодический закон. Закон Мозли. Структура Периодической системы. Изменение характеристик атомов в таблице Менделеева: радиусов (атомных и ионных), электроотрицательности, энергии ионизации, сродства к электрону. Изменение кислотно-основных свойств оксидов, гидроксидов, сульфидов. Открытия новых химических элементов.

2. Химическая связь

Природа и характеристики химической связи. Метод валентных связей. Гибридизация. Модель Гиллеспи. Метод молекулярных орбиталей. Энергетические диаграммы

молекулярных орбиталей. Магнитные и оптические свойства молекул. Корреляционные диаграммы. Ионная связь. Строение ионных кристаллов. Разнообразие кристаллических структур неорганических соединений. Константа Маделунга, энергия ионной кристаллической решетки.

3. Комплексные соединения

Природа координационная связи. Координационная теория. Образование координационных соединений. Ионная модель Льюиса. Жесткие и мягкие кислоты и основания. Теория кристаллического поля. Расщепление d-орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле. Теория Яна-Теллера. Энергетическая диаграмма молекулярных орбиталей координационных соединений. Оптические и магнитные свойства координационных соединений.

4. Термодинамика и кинетика

Понятия и задачи химической термодинамики. Внутренняя энергия и энтальпия. Первый закон термодинамик. Уравнение Гесса и следствия из него. Теплоемкость. Уравнение Кирхгоффа. Энтропия, физический смысл. Второй закон термодинамики. Фазовое равновесие, его условие. Число степеней свободы, правило фаз Гиббса. Основные типы фазовых диаграмм. 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.

5. Неорганический синтез

Методы прямого и косвенного синтеза. Реакции веществ в различном агрегатном состоянии. Осаждение из газовой фазы. золь-гель метод. Гидротермальный и твердофазный синтез. Химические транспортные реакции. Реакции в растворах (водных и неводных). Каталитические реакции. Классификация каталитических реакций и катализаторов. Теория промежуточных соединений в катализе, принцип энергетического соответствия. Металлокомплексный катализ: кинетика и механизмы. Селективность катализаторов. Неоднородность поверхности катализаторов, нанесенные катализаторы. Энергия активации гетерогенных каталитических реакций.

6. Химия s-, p-элементов

Положение s-, p-элементов в Периодической системе. Степени окисления элементов. Валентности. Особое положение водорода в таблице Менделеева. Закономерности изменения свойств по второму и третьему периоду. Общая характеристика элементов IA-VIIA групп. Изменения свойств основных классов соединений s-, p-элементов.

7. Химия d-, f-элементов

Положение d-, f-элементов в Периодической системе. Валентности, степени окисления. d-, f-сжатие. Закономерности изменения свойств элементов и их соединений. Внутренняя периодичность лантаноидов и актиноидов. Нахождение в природе. Особенности химии 3d-элементов. Элементы триады железа. Сульфиды 3d-, 4f-элементов.

8. Методы исследования неорганических соединений

Дифракционные методы исследования структуры неорганических соединений: рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализы, электронография и нейтронография. Разнообразие спектральных методов исследования. Исследования свойств неорганических соединений. Микроскопические и термические исследования.

Тематика практических занятий:

1. Строение атома. Периодический закон

Подробно рассматриваются вопросы строения атома, структуры периодической системы химических элементов, закономерностей изменения свойств элементов, простых веществ и основных классов неорганических соединений.

2. Химическая связь. Строение молекул

Подробно рассматриваются вопросы, связанные с основными типами химической связи, описания образования химической связи посредством методов валентных связей и

молекулярных орбиталей. Энергетические диаграммы молекулярных орбиталей гомоядерных и гетероядерных двухатомных молекул. Межмолекулярные взаимодействия. Ориентационное, дисперсионное и индукционное взаимодействия. Водородная связь. Её значение и важность. Основные положения зонной теории. Валентная зона, зона проводимости и запрещенная зона. Полупроводниковые соединения и простые вещества.

3. Комплексные соединения

Классификация, номенклатура и изомерия комплексных соединений. Устойчивость комплексов. Реакции комплексных соединений. Влияние лигандов. Применение комплексных соединений.

4. Фазовые диаграммы неорганических систем

Многообразие фазовых диаграмм неорганических систем. Степень кислотности простых сульфидов. Стехиометричные и нестехиометричные соединения. Твердые растворы. Изменения свойств системы.

5. Неорганический синтез

Обсуждение лекционного материала по теме "Неорганический синтез". Методы выращивания монокристаллов. Разделение и очистка веществ. Использование вакуума, высокого давления и высокотемпературный синтеза. Спекание и сплавление. Анализ статей по тематике синтеза неорганических соединений.

6. Химия s-, p-элементов

Обсуждение лекционного материала. Водородные технологии, водородное топливо. Комплексообразование s-элементов. Близость и особенности свойств бериллия и магния и их соединений. Изменение свойств соединений в ряду Ca-Sr-Ba. Разнообразие соединений p-элементов: металлы, маталлоиды, неметаллы. Амфотерные свойства соединений алюминия. Аллотропия углерода. Углеродные наноматериалы. Карбиды металлов. Диаграмма Fe-C. Полиморфизм оксида кремния. Кремний и германий как полупроводниковые материалы. Соединения азота в различных степенях окисления. Фториды и сульфиды металлов.

7. Химия d-, f-элементов

Обсуждение лекционного материала. Анализ статей по тематике соединений 3d-, 4f-элементов, соединений меди.

8. Методы исследования неорганических соединений

Обсуждение лекционного материала. УФ-, ИК-спектроскопия. Оптическая и электронная микроскопия. Разнообразие термических методов исследования неорганических объектов (природных и технических). Анализ статей по тематике применения физических методов исследования к неорганическим объектам.

6. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Строение атома. Периодическая система	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическому занятию
2.	Химическая связь	
3.	Комплексные соединения	
4.	Термодинамика и кинетика	Подготовка к лекционному занятию (подготовка 2-3 типовых задач по тематике лекций)
5.	Фазовые диаграммы неорганических систем	Подготовка к практическому занятию (изучение авторефератов диссертаций по тематике изучения фазовых диаграмм на кафедре неорганической и физической химии ТюмГУ)

6.	Неорганический синтез	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическому занятию. Работа в библиографических базах данных, подбор к семинару 2-3 статей по тематике занятия
7.	Химия s-, p-элементов	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическому занятию
8.	Химия d-, f-элементов	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическому занятию. Работа в библиографических базах данных, подбор к семинару 2-3 статей по тематике занятия
9.	Методы исследования неорганических соединений	
10.	Консультация перед экзаменом	Подготовка к экзамену, подготовка вопросов, требующих дополнительного пояснения
11.	Кандидатский экзамен	Устные ответы на экзаменационные вопросы

7. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

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

Кандидатский экзамен сдается по завершению изучения дисциплины "Неорганическая 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 «Неорганическая химия». Нормативы времени: на подготовку ответа – не более 60 мин; на ответ аспиранта – не более 60 мин. При ответе обучающийся может пользоваться записями, сделанными 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. Основные представления о строении атома. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Квантовые числа. s-, p-, d- и f-Атомные орбитали. Распределение электронов по атомным орбиталям. Принцип минимума энергии. Принцип Паули. Электронное строение атомов и молекул. Атомные и молекулярные орбитали.
2. Электронные конфигурации и термы атомов. Правило Хунда. Электронная плотность. Распределение электронной плотности в двухатомных молекулах. Корреляционные орбитальные диаграммы.
3. Современная формулировка Периодического закона. Закон Мозли. Структура Периодической Системы. Периоды и группы. Закономерности изменения фундаментальных характеристик атомов: атомных и ионных радиусов, потенциала ионизации, энергии сродства к электрону и электроотрицательности.
4. Периодичность изменения свойств простых веществ и основных химических соединений (оксидов, гидроксидов, галогенидов, сульфидов, карбидов).
5. Природа химической связи и ее характеристики (длина, энергия, направленность, полярность, кратность). Основные типы химической связи (кратко охарактеризуйте их и приведите примеры соединений).
6. Основные положения метода валентных связей. Направленность, насыщаемость и поляризуемость ковалентной связи. Влияние неподеленных электронных пар на строение молекул, модель Гиллеспи.
7. Интерпретация строения молекул на основе орбитальных моделей и исследования распределения электронной плотности. Локализованные молекулярные орбитали. Гибридизация. Электронная корреляция в атомах и молекулах.
8. Основные положения метода молекулярных орбиталей. Двухцентровые двухэлектронные молекулярные орбитали. Энергетические диаграммы молекулярных орбиталей гомоядерных и гетероядерных двухатомных молекул. Энергия ионизации, магнитные и оптические свойства молекул.
9. Ионная модель строения кристаллов. Ненаправленность и ненасыщаемость ионных взаимодействий. Ионный радиус. Таблицы ионных радиусов по Поллингу и Шеннону.
10. Кристаллическая решетка. Основные типы кристаллических структур. Структурные типы неорганических соединений. Энергия ионной решетки. Константа Маделунга.
11. Строение молекул простых и координационных неорганических соединений. Полядерные комплексные соединения.
12. Основные составляющие межмолекулярных взаимодействий. Ориентационное, индукционное и дисперсионное взаимодействия. Молекулярные комплексы. Ван-дер-Ваальсовы молекулы. Кластеры атомов и молекул. Супермолекулы и супрамолекулярная химия.
13. Природа водородной связи. Ее типы. Значение водородной связи. Влияние на свойства соединений.
14. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Зонная структура энергетического спектра кристаллов. Поверхность Ферми. Различные типы проводимости. Колебания в кристаллах. Фононы. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников. Узкозонные и широкозонные полупроводники. Приведите примеры соединений различных классов с полупроводниковыми свойствами.
15. Основные понятия координационной теории. Различные типы классификаций, номенклатура и изомерия комплексных соединений.

16. Образование координационных соединений с позиций ионной модели и представлений Льюиса. Теория мягких и жестких кислот и оснований Пирсона. Устойчивость комплексов в растворах. Факторы, влияющие на устойчивость.
17. Константы устойчивости комплексов. Лабильность и инертность. Энтропийный вклад в энергетическую устойчивость комплексов, сольватный эффект, хелатный эффект, правила циклов Чугаева.
18. Основные положения теории кристаллического поля. Расщепление d- орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле. Энергия расщепления, энергия спаривания и энергия стабилизации кристаллическим полем. Спектрохимический ряд лигандов. Понятие о теории Яна-Теллера, тетрагональное искажение октаэдрических комплексов.
19. Энергетическая диаграмма молекулярных орбиталей комплексных соединений. σ - и π -донорные и акцепторные лиганды. Оптические и магнитные свойства комплексных соединений.
20. Механизмы реакций комплексных соединений. Реакции замещения, отщепления и присоединения лиганда, окислительно-восстановительные реакции. Взаимное влияние лигандов в координационной сфере. Транс-влияние, цис-эффект. Внутрисферные реакции лигандов. Применение комплексных соединений в химической технологии, катализе, медицине и экологии.
21. Основные понятия термодинамики. Система, виды систем. Термодинамические переменные, температура, параметры состояния системы, интенсивные и экстенсивные переменные. Компонент системы. Независимый компонент. Понятие фазы. Уравнения состояния.
22. Первый закон термодинамики. Теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия, теплоемкость. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Формула Кирхгофа.
23. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее изменения в обратимых и необратимых процессах. Теорема Карно – Клаузиуса. Различные шкалы температур.
24. Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Уравнения Максвелла. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов. Уравнение Гиббса – Гельмгольца.
25. Двухкомпонентные системы. Разнообразие фазовых диаграмм неорганических систем.
26. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора и углерода.
27. Основной постулат химической кинетики. Способы определения скорости реакции. Кинетические кривые. Кинетические уравнения. Константа скорости и порядок реакции. Реакции переменного порядка.
28. Основные понятия химической кинетики. Простые и сложные реакции, молекулярность и скорость простой реакции. Порядок реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и способы ее определения. Элементарные акты химических реакций и физический смысл энергии активации.
29. Классификация каталитических реакций и катализаторов. Теория промежуточных соединений в катализе, принцип энергетического соответствия. Гомогенный и гетерогенный катализ. Кислотно-основной катализ.
30. Гетерогенный катализ. Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Селективность катализаторов. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций. Неоднородность поверхности катализаторов, нанесенные катализаторы. Энергия активации гетерогенных каталитических реакций. Основные промышленные каталитические процессы.
31. Образование химических соединений в неорганических системах. Стехиометрия и нестехиометрия неорганических соединений. Различие и сходства дальтонилов, бертоллидов и твердых растворов. Интерметаллиды. Соединений Курнакова.
32. Прямой и косвенный синтез соединений из простых веществ. Приведите методики получения каждым методом не менее трех неорганических соединений разных классов.

33. Реакции в газовой фазе, водных и неводных растворах, расплавах. Метод химического осаждения из газовой фазы. Золь-гель метод. Гидротермальный синтез. Твердофазный синтез. Механохимическая активация в твердофазном синтезе.
34. Химические транспортные реакции для синтеза и очистки веществ. Фотохимические и электрохимические методы синтеза. Синтез при воздействии высоких температур, высоких давлений; синтеза в вакууме, на воздухе, в инертной атмосфере.
35. Методы выращивания монокристаллов и их классификация. Приведите не менее трех методик выращивания монокристаллов соединений различных классов.
36. s-элементы в Периодической системе. Электронная конфигурация. Характерные степени окисления. Водород. Особое положение водорода в Периодической системе. Изотопы водорода. Гидриды и их классификация. Окислительно-восстановительные свойства водорода. Пероксид водорода: строение, окислительно-восстановительные свойства.
37. Сравнение элементов IA и IIA группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Особенности комплексообразования s-элементов. Особенности химии лития и сходство с бериллием. Изменение кислотно-основных свойств соединений s-элементов по группам.
38. Положение p-элементов в Периодической системе. Электронная конфигурация. Валентные состояния p-элементов. Степени окисления. p-элементы: типичные металлы и неметаллы, металлоиды. Закономерности в изменении свойств простых веществ и соединений p-элементов во втором и третьем периодах.
39. Сравнение свойств элементов IIIA и IVA группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности.
40. Амфотерность соединений элементов IIIA группы. Комплексные гидробораты, кластерные соединения бора. Алюминаты и гидроксоалюминаты. Комплексные соединения алюминия. Сплавы алюминия. Алюмотермия. Применение бора, алюминия, галлия, индия и таллия и их соединений.
41. Аллотропные модификации углерода. Углеродные наноматериалы: синтез, свойства, модификации, применение. Карбиды металлов. Сероуглерод. Фреоны. Полиморфизм кварца: строение и термическая стабильность. Карбид кремния.
42. Применение простых веществ и соединений элементов IVA группы. Понятие о полупроводниках. Получение высокочистого кремния и германия. Нахождение элементов IVA группы в природе. Свинцовый аккумулятор.
43. Сравнение свойств элементов VA и VIA групп. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Формы существования простых веществ, нахождение в природе, получение простых веществ из природных источников.
44. Строение молекулы азота. Тройная связь. Особенности химии азота. Аллотропия фосфора. Гидриды элементов VA группы: получение, строение молекул, свойства. Строение молекулы аммиака. Соли аммония. Жидкий аммиак как растворитель. Гидразин, гидроксилламин, азотистоводородная кислота.
45. Кислородные соединения азота. Разнообразие оксидов азота. Азотная, азотистая кислоты и их соли: получение, свойства и окислительно-восстановительная двойственность. Диаграмма Фроста для соединений азота.
46. Разнообразие кислородных соединений фосфора: оксиды, кислоты и их соли. Сравнение свойств кислот фосфора в разных степенях окисления. Полифосфаты. Оксиды мышьяка, сурьмы и висмута, кислородосодержащие кислоты мышьяка и сурьмы и их соли.
47. Применение простых веществ и соединений элементов VA группы. Удобрения.
48. Строение молекулы кислорода. Парамагнетизм кислорода. Озон и озониды. Аллотропия серы. Фазовая диаграмма серы. Сера и кислород в природе.
49. Классификация оксидов. Простые и сложные оксиды, нестехиометрия оксидов. Пероксиды, супероксиды.

50. Степени окисления серы в соединениях. Кислотно-основные свойства соединений серы. Сероводород и сульфиды. Полисульфиды. Сульфаны. Применение простых веществ и соединений элементов VIA группы.
51. Оксиды серы, кислоты и их соли. Политионовые кислоты и политионаты. Кислородные соединения селена и теллура. Сравнение силы, устойчивости и окислительно-восстановительных свойств кислородных кислот в группе. Галогениды серы, селена и теллура.
52. Элементы VIIA группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Изменение неметаллических свойств в группе. Особенности химии фтора и астата. Галогены в природе. Применение простых веществ элементов VIIA группы.
53. Окислительные свойства галогенов. Галогеноводороды. Закономерность изменения свойств галогеноводородных кислот в группе. Галогениды. Межгалогенные соединения: строение и свойства.
54. Кислородные соединения галогенов. Разнообразие оксидов и кислот хлора. Номенклатура кислот и солей хлора. Сопоставление силы, устойчивости и окислительно-восстановительных свойств кислот кислородсодержащих кислот галогенов.
55. Элементы VIIIA группы. Соединения благородных газов. Природа химической связи в соединениях. Валентности. Гидраты благородных газов. Фториды и кислородные соединения благородных газов. Применение благородных газов. Благородные газы и их соединения в природе.
56. d-элементы в Периодической системе. Электронное строение. Валентности. Степени окисления. d-элементы как комплексообразователи. Закономерности изменения свойств d-металлов в 4, 5 и 6 периодах. Природа d-сжатия и ее следствия.
57. Элементы IIIB группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Сопоставьте химию элементов IIIA и IIIB групп.
58. Соединения элементов IIIB группы: оксиды, гидроксиды и фториды, получение и свойства. Комплексные соединения. Применение металлов IIIB группы и их соединений.
59. Элементы IVB группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Сопоставьте химию элементов IVA и IVB групп.
60. Оксиды и гидроксиды титана и циркония. Титанаты и цирконаты. Соли титанила и цирконила. Способность к комплексообразованию. Влияние лантаноидного сжатия на свойства гафния. Применение титана и циркония и их соединений. Нахождение металлов IVB группы в природе.
61. Элементы VБ группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Оксиды и галогениды. Ванадаты, ниобаты и танталаты. Способность к комплексообразованию и образованию кластеров. Закономерности в стабильности различных степеней окисления. Сопоставьте свойства соединений VA и VБ групп. Применение ванадия, ниобия, тантала и их соединений.
62. Элементы VIB группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Оксиды, галогениды и сульфиды. Сравните свойства хромовой, молибденовой и вольфрамовой кислот и их солей. Способность к комплексообразованию и образованию кластеров.
63. Поликислоты элементов VIB группы и их соли. Пероксиды. Окислительно-восстановительные свойства соединений хрома, закономерности в стабильности различных степеней окисления. Сопоставьте химию элементов VIA и VIB групп. Применение хрома, молибдена, вольфрама и их соединений. Формы нахождения в природе элементов VIB группы.
64. Элементы VIIB группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Степени окисления элементов. Особенности химии технеция и рения. Рениевая кислота и

перренаты. Сопоставьте химию элементов VIIA и VIIБ групп. Вольфрам-рениевая термопара. Применение марганца и рения.

65. Кислородные соединения марганца. Окислительно-восстановительные свойства соединений марганца. Приведите примеры, доказывающие окислительную и восстановительную способность ионов, содержащих марганец. Окислительная особенность перманганата калия в различных средах. Диаграмма Фроста для соединений марганца. Стабильность соединений марганца в различных степенях окисления.

66. Элементы VIIIБ группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Триада железа: получение и физико-химические свойства железа, кобальта и никеля. Оксиды и гидроксиды, галогениды и сульфиды. Элементы VIIIБ группы в природе. Железные руды.

67. Соединения железа, кобальта и никеля в высших степенях окисления. Комплексные соединения, особенности комплексов с d^6 конфигурацией центрального атома. Коррозионные свойства железа. Антикоррозионная обработка и покрытия. Применение железа, кобальта и никеля. Сталь. Нитинол.

68. Платиновые металлы. Комплексные соединения платиновых металлов. Оксиды и галогениды платиновых соединений. Применение платиновых металлов. Катализаторы. Платина-платинородиевая термопара в термографии. Платиновые металлы в природе.

69. Элементы IB группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Оксиды, гидроксиды и галогениды. Изменение в устойчивости степеней окисления элементов в группе. Комплексные соединения. Сопоставьте химию элементов IA и IB групп. Применение меди, серебра и золота. Нахождение в природе. Самородные элементы.

70. Элементы IIB группы. Сравните изменения по группам характеристик элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Амфотерность соединений цинка. Оксиды, гидроксиды, галогениды и сульфиды. Амальгамы. Особенности соединений ртути в степени окисления +1. Способность к комплексообразованию и основные типы комплексов цинка, кадмия и ртути. Сопоставьте химию элементов IIA и IIB групп. Применение цинка, кадмия и ртути. Влияние кадмия и ртути на живые организмы.

71. f-элементы в Периодической системе. Особенности заполнения электронных оболочек атомов. Лантаноидное и актиноидное сжатие. Сравните изменения по ряду лантаноидов и актиноидов характеристики элементов: размеров атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Сходство и различие лантаноидов и актиноидов. Внутренняя периодичность в семействах лантаноидов и актиноидов. Нахождение в природе.

72. Семейство лантаноидов. Разделение лантаноидов. Физико-химические свойства металлов. Степени окисления элементов и закономерности их изменения в ряду. Особенности химии церия и европия. Гадолиниевый излом. Сопоставление d- и f-элементов 3 группы. Применение лантаноидов.

73. Семейство актиноидов. Разделение актиноидов. Физико-химические свойства металлов. Степени окисления актиноидов и закономерности их изменения в ряду. Особенности химии тория и урана. Сопоставление актиноидов с d-элементами 6-го периода. Применение актиноидов и их соединений. Перспективы синтеза трансактиноидов.

74. Дифракционные методы исследования неорганических соединений: рентгенофазовый, рентгеноструктурный анализы, нейтронография, электронография. Задачи методов, ограничения, возможности, аппаратура, пробоподготовка.

75. Спектральные методы исследования. УФ-спектроскопия. Спектроскопия ЭПР, ЯМР, ЯКР и γ -резонансные. ИК-спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Задачи методов, ограничения, возможности, аппаратура, пробоподготовка.

76. Исследования электрических и магнитных свойств сплавов. Задачи методов, ограничения, возможности, аппаратура, пробоподготовка.

77. Оптическая и электронная микроскопия. Рентгеновский микроанализ. Задачи методов, ограничения, возможности, аппаратура, пробоподготовка.

78. Термические методы исследования. Задачи методов, ограничения, возможности, аппаратура, пробоподготовка.

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

8.1 Основная литература:

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия : учебник для вузов / Н. С. Ахметов. — 12-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 744 с. — ISBN 978-5-8114-6983-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153910> (дата обращения: 14.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Румянцев, Б. В. Окислительно-восстановительные свойства элементов и их соединений в растворах : учебно-справочное пособие / Б. В. Румянцев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-2746-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210044> (дата обращения: 14.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8.2 Дополнительная литература:

1. Химия элементов и соединений : учебное пособие / В. И. Ермолаева, В. М. Горшкова, Л. Е. Слынько, Н. Н. Двудличанская. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-5507-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142362> (дата обращения: 14.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Росин, И. В. Общая и неорганическая химия в 3 т. Т. 2. Химия s-, d- и f- элементов : учебник для вузов / И. В. Росин, Л. Д. Томина. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 492 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02292-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469252> (дата обращения: 14.03.2022).

3. Росин, И. В. Общая и неорганическая химия в 3 т. Т. 3. Химия p-элементов : учебник для вузов / И. В. Росин, Л. Д. Томина. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 436 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02294-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489353> (дата обращения: 14.03.2022).

4. Росин, И. В. Общая и неорганическая химия в 3 т. Т. 1. Общая химия : учебник для вузов / И. В. Росин, Л. Д. Томина. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 426 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3816-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489354> (дата обращения: 14.03.2022).

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/>
База данных термических констант веществ URL: <http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl?show=welcome.html>

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.