

Компонент ОПОП 04.03.01 Химия

направленность (профиль) Аналитическая химия и химическая экспертиза

наименование ОПОП

Б1.О.15

шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

Неорганическая химия

Разработчик (и):

Дякина Т. А.

ФИО

зав. кафедрой химии

должность

канд. хим. наук, доцент

ученая степень,

звание

Утверждено на заседании кафедры

химии

наименование кафедры

протокол № 6 от 16.02.2024

Заведующий кафедрой химии



подпись

Дякина Т. А.

ФИО

Мурманск
2024

Пояснительная записка

Объем дисциплины 18 з.е.

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений</p>	<p>ИД-1опк-1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов. ИД-2опк-1 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии. ИД-3опк-1 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные положения теории строения атома, теории химической связи, теории кислот и оснований, теории растворов; общую характеристику элементов периодической системы и периодический характер их изменения; общие закономерности химических процессов – базовые понятия неорганической химии и закономерности химических процессов с участием неорганических веществ – общие принципы систематизации и представления информации, особенности представления данных химического эксперимента – стандартные методы получения, идентификации веществ, правила обработки и оформления результатов работы, нормы техники безопасности – технику безопасности при работе в химической лаборатории – приемы выполнения стандартных операций получения веществ и изучения свойств и закономерностей по предлагаемым методикам – основные нормы техники безопасности при работе в лабораторных условиях; способы защиты людей от возможных последствий химических аварий в лабораторных условиях <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – определять продукты реакций неорганических веществ по известным исходным веществам; выполнять исходные вычисления, итоговые расчеты; самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по неорганической химии – проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам; проводить стандартные измерения, обрабатывать результаты эксперимента; планировать эксперимент на основе анализа литературных данных, анализировать и обобщать результаты эксперимента, формулировать
<p>ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности</p>	<p>ИД-1опк-2 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники</p>	<ul style="list-style-type: none"> – проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам; проводить стандартные измерения, обрабатывать результаты эксперимента; планировать эксперимент на основе анализа литературных данных, анализировать и обобщать результаты эксперимента, формулировать

<p>химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p>	<p>безопасности. ИД-2опк.2 Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик. ИД-3опк.2 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе. ИД-4опк.2 Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.</p>	<p>выводы</p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнять стандартные операции получения веществ и изучения свойств и закономерностей по предлагаемым методикам – проводить простые операции (анализа и классификации веществ, составления формул, схем процессов, первичного анализа результатов и т.п.), воспроизводить основные понятия неорганической химии и закономерности химических процессов с участием неорганических веществ, решать типовые учебные задачи по неорганической химии – проводить анализ, мониторинг неорганических веществ различных классов <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками описания свойств веществ на основе закономерностей, вытекающих из периодического закона – навыками использования законов и закономерностей химических наук для интерпретации результатов анализа полученных результатов – базовыми навыками проведения химического эксперимента и методами оформления его результатов; техникой работы с химической посудой, взвешиванием веществ и сбором установок для выполнения опытов – навыками безопасной работы в химической лаборатории – базовыми (элементарными) навыками получения и изучения химических свойств соединений различной природы и физико-химических закономерностей по стандартным методикам – практическими навыками работы на серийном научном оборудовании химических лабораторий (фотометры, ионометры, рН-метры, весы, термостаты, муфельные печи, сушильные шкафы) – навыками работы с химическими реактивами и физическими установками с соблюдением норм техники безопасности и требований охраны труда в лабораторных условиях; понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности, приемами рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности <p>Получить навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – работы с лабораторным оборудованием,
--	---	--

		измерительной аппаратурой, – выполнения основных химических анализов, – в постановке химического эксперимента (с учетом знаний и соблюдения норм техники безопасности в лабораторных условиях) и обработки результатов химического эксперимента, в решении типовых задач неорганической химии; – обобщения и применения результатов химического эксперимента
--	--	---

2. Содержание дисциплины (модуля)

Введение. Предмет и задачи химии. Химия как система знаний о веществах и их превращениях. Теория и эксперимент в химии. Различные уровни химической теории. Информационные системы. Система приоритетов в развитии химии. Основные проблемы современной неорганической химии. Химия и экология.

РАЗДЕЛ I. ОБЩАЯ ХИМИЯ

Основы атомно-молекулярного учения

Основные химические понятия: атом, молекула, простое вещество, химическое соединение. Химический элемент. Состав атомов. Протоны, нейтроны, электроны. Изотопы. Атомная масса, естественная усредненная атомная масса, молекулярная масса. Моль, молярная масса. Простые и сложные вещества. Химический эквивалент. Число эквивалентности. Молярная масса эквивалента вещества. Закон эквивалентов.

Основные законы атомно-молекулярного учения. Законы: сохранения массы веществ, кратных отношений, постоянства состава, объемных отношений. Закон Авогадро. Соединения постоянного и переменного состава.

Газовые системы. Газовые законы. Идеальный газ. Газовая постоянная. Уравнение Менделеева–Клапейрона. Парциальное давление газа в смеси. Относительная плотность газов.

Жидкие системы. Растворы. Состояние вещества в растворе.

Твердые системы. Кристаллы, аморфные тела и стекла. Понятие о кристаллической решетке. Твердые растворы. Нестехиометрические соединения.

I. ОСНОВЫ СТРОЕНИЯ ВЕЩЕСТВА

Строение атома

Развитие представлений о строении атома. Масса и энергия в материальном мире. Планетарная модель атома и постулаты Бора, противоречия модели. Дуализм в поведении микрочастиц. Волновая природа элементарных частиц. Уравнение де Бройля, принцип неопределенности Гейзенберга. Принципы описания квантовых систем. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Понятие о квантовых числах. Радиальная и орбитальная составляющие волновой функции; s-, p-, d-, f-орбитали. Энергетические уровни. Порядок заполнения электронами атомных орбиталей. Принцип наименьшей энергии. Принцип Паули. Правило Хунда. Правило Клечковского. Водородоподобный атом. Энергетические диаграммы многоэлектронных атомов. Заряд ядра атома. Экранирование заряда ядра электронами.

Периодический закон и Периодическая система Д.И. Менделеева

Поиски основы классификации химических элементов до открытия периодического закона: триады Деберейнера, закон октав Ньюленда.

Открытие Периодического закона Д.И. Менделеевым (1869). Современная формулировка Периодического закона. Периодичность в изменении электронной конфигурации атомов. Полные и неполные электронные аналоги. Химический элемент

как совокупность атомов с данным зарядом ядра, включающая изолированные атомы и атомы в простых и сложных веществах. Короткопериодная и длиннопериодная формы Периодической системы. Типические элементы. Главные и побочные подгруппы. Менделеевский принцип монотонности изменения химических свойств от типичических элементов к элементам главной подгруппы. Переходные элементы. Лантаноиды и актиноиды, их размещение в Периодической системе. Сверхтяжелые элементы. Границы Периодической системы. Магические числа протонов и нейтронов.

Периодически изменяющиеся свойства элементов, их связь со строением электронных оболочек атомов. Радиусы атомов, потенциал ионизации, энергия сродства к электрону, электроотрицательность, закономерности в изменении этих величин. Орбитальные и эффективные радиусы. Ковалентные, ван-дер-ваальсовы, металлические и ионные радиусы. Их изменение в группах и периодах. Эффекты d- и f-сжатия. Периодический закон Д.И. Менделеева как основа развития неорганической химии, его философское значение.

Химическая связь

Развитие представлений о валентности и химической связи. Формальная характеристика валентности – степень окисления. Причины образования химической связи. Природа химической связи. Характеристики химической связи – энергия, длина, полярность.

Связь, осуществляемая электронной парой. Диаграммы Льюиса. Влияние неподеленных электронных пар на геометрию ковалентных молекул. Метод отталкивания валентных электронных пар (ОВЭП). Модель Гиллеспи.

Ковалентная связь. Основные положения метода валентных связей (МВС). Перекрытие атомных орбиталей. σ -, π - и δ -связи. Относительная устойчивость связей. Понятие о гибридизации орбиталей. Основные типы гибридизации (sp , sp^2 , sp^3 , sp^3d , sp^3d^2 , dsp^2), пространственная конфигурация молекул и ионов. Направленность и насыщенность ковалентных связей. Одинарные и кратные связи. Координационная и дативная связи как формы ковалентной полярной связи.

Основные положения метода молекулярных орбиталей (МО ЛКАО). Связывающие, разрыхляющие и несвязывающие орбитали. σ - и π -связи.

Двухцентровые двухэлектронные МО. Корреляционные диаграммы. Энергетические диаграммы МО двухатомных гомоядерных молекул, образованных элементами первого и второго периодов. Прочность связи, энергия ионизации, магнитные и оптические свойства молекул. Энергетические диаграммы простейших гетероядерных молекул (CO, NO). Полярность связи. Понятие о трехцентровых двух- и четырехэлектронных МО. Электронно-дефицитные связи.

Сравнение МВС и ММО.

Сочетание ковалентного и электростатического взаимодействия атомов в реальных соединениях (полярная связь). Эффективный заряд на атомах в полярных соединениях.

Ионная связь. Размеры положительно и отрицательно заряженных ионов. Понятие о поляризации ионов. Зависимость поляризуемости и поляризующего действия катионов и анионов от размеров, величины заряда иона и строения его электронной оболочки. Ненаправленность и ненасыщаемость ионных связей.

Различия в физических свойствах веществ с ионной и ковалентной связью (температура кипения, плавления, величина растворимости в полярных и неполярных растворителях).

Межмолекулярные взаимодействия. Водородная связь. Донорно-акцепторная связь. Силы Ван-дер-Ваальса: ориентационные, индукционные, дисперсионные.

Химическая связь в кристаллах (атомная, молекулярная, ионная кристаллическая структура). Молекулярные кристаллы с ионным и ковалентным типом внутримолекулярной связи.

Понятие о зонной теории кристаллического состояния. Зона проводимости,

валентная зона, запрещенная зона. Зонная структура диэлектриков (алмаз, хлорид натрия, оксид магния), полупроводников (германий), веществ с металлической проводимостью (металлы, оксид титана (II), натрий-вольфрамовые бронзы).

II. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Основы химической термодинамики

Основные понятия химической термодинамики: система, параметры состояния, функция состояния, работа, энергия, теплота.

Внутренняя энергия и ее изменение при химических и фазовых превращениях. Первое начало термодинамики. Энтальпия образования химических соединений. Стандартное состояние. Стандартные энтальпии образования. Тепловые эффекты химических реакций. Термохимические расчеты, основанные на законе Гесса. Термохимические циклы. Теплоемкость. Температурная зависимость теплоемкости и энтальпии. Уравнение Кирхгофа. Энергия химической связи. Понятие об использовании химических и фазовых превращений в неорганических системах для регенерирования, хранения и транспортировки энергии. Водородная энергетика.

Второй закон термодинамики. Энтропия. Зависимость энтропии от температуры. Стандартная энтропия. Изменение энтропии при фазовых переходах и химических реакциях. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Критерий самопроизвольного протекания процессов. Химический потенциал, зависимость химического потенциала от концентрации, давления реагентов. Условие химического равновесия.

Константа химического равновесия как мера глубины протекания процессов. Использование значений стандартной энтальпии и энтропии для расчета констант равновесия химических реакций. Факторы, влияющие на величину константы равновесия. Термодинамический вывод закона действующих масс. Сдвиг химического равновесия. Принцип Ле-Шателье.

Кинетика и механизм химических реакций

Скорость химической реакции, ее зависимость от природы и концентрации реагентов, температуры. Порядок и молекулярность реакции. Константа скорости, ее зависимость от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации (действительная и кажущаяся). Понятие о теории активных соударений, активированном комплексе в теории абсолютных скоростей реакции. Механизм и кинетика реакций в гомогенных и гетерогенных системах. Цепные (Н.Н. Семенов) и колебательные (Б.П. Белоусов, А.М. Жаботинский) реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Аутокатализ. Кинетический вывод закона действующих масс. Формальная кинетика, кинетические уравнения для односторонних реакций I и II порядка.

III. РАСТВОРЫ

Общие свойства растворов

Растворы жидкие (водные и неводные), твердые и газообразные. Способы выражения концентрации растворов: массовая доля, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалентов, моляльная концентрация, молярная доля. Влияние на растворимость энергии структуры кристаллического вещества и энергии сольватации. Растворы насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные, концентрированные и разбавленные. Зависимость растворимости от температуры. Растворы идеальные и реальные.

Раствор как фаза переменного состава. Понятие о фазовых диаграммах, компонентах, фазах, степенях свободы. Правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы однокомпонентных систем на примере диаграммы состояния воды.

Коллигативные свойства растворов неэлектролитов и электролитов. Давление пара бинарных растворов. Законы Рауля. Криоскопия и эбуллиоскопия как методы определения молярных масс. Осмос и осмотическое давление в неорганических и биологических системах. Законы Рауля и Вант-Гоффа для растворов неэлектролитов и электролитов. Изотонический коэффициент.

Свойства растворов электролитов

Электролитическая диссоциация (С. Аррениус). Сильные и слабые электролиты. Степень и константа диссоциации. Факторы, влияющие на степень электролитической диссоциации. Кажущаяся степень диссоциации сильных электролитов. Диссоциация слабых электролитов. Закон разведения Оствальда.

Вода как важнейший растворитель. Константа диссоциации воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Понятие о кислотно-основных индикаторах.

Гидролиз и сольволиз солей. Ступенчатый характер гидролиза. Обратимый и необратимый гидролиз. Константа равновесия реакции гидролиза. Факторы, влияющие на равновесие реакций гидролиза. Буферные растворы.

Произведение растворимости малорастворимых сильных электролитов. Условия осаждения и растворения осадков.

Теории кислот и оснований. Ранние теории кислот и оснований (кислородная, водородная). Теории Аррениуса, Бренстеда-Лоури, Льюиса. Роль растворителя в кислотно-основном взаимодействии. Сила кислородсодержащих кислот и ее зависимость от их состава и строения. Кислотно-основные взаимодействия как реакции переноса протона. Теория “мягких” и “жестких” кислот и оснований Пирсона.

Электрохимические свойства растворов

Окислительно-восстановительные процессы как реакции переноса электрона. Окислители и восстановители. Влияние среды на направление протекания окислительно-восстановительных реакций (ОВР). Методы расстановки коэффициентов в ОВР.

Сопряженные окислительно-восстановительные пары. Понятие о двойном электрическом слое. Электроды, гальваническая ячейка. Электродный потенциал. Стандартный электродный потенциал. Ряд напряжений. Определение направления окислительно-восстановительных реакций. Уравнение Нернста. Диаграммы Латимера. Понятие о диаграммах окислительных состояний (диаграммы “вольт-эквивалент – степень окисления”). Зависимость электродного потенциала от рН среды. Электролиз, электрохимические источники энергии, коррозия как электрохимический процесс.

IV. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Комплексные (координационные) соединения

Координационная теория Вернера как первая удачная попытка теоретического объяснения *строения комплексных соединений* (КС). Основные положения координационной теории: центральный атом и лиганды, внешняя и внутренняя сфера, координационное число, ядро комплекса, его заряд, главная и побочная валентности. Дентатность лигандов. Успешное предсказание А. Вернером числа изомеров октаэдрических комплексов кобальта (III).

Природа химической связи в КС. Сочетание электростатического и ковалентного взаимодействия центрального атома (или иона) с лигандами.

Вернеровская и современная номенклатура КС.

Строение КС с позиций МВС. Низкоспиновые и высокоспиновые комплексы. Гибридизация орбиталей центрального атома при образовании октаэдрических, тетраэдрических и квадратных комплексов.

Основные положения теории кристаллического поля (ТКП). Расщепление d-орбиталей центрального атома в кристаллическом поле октаэдрического, тетраэдрического и квадратного комплекса. Энергия расщепления и энергия спаривания. Изменение энергии стабилизации кристаллическим полем в ряду переходных элементов для октаэдрических и тетраэдрических комплексов, образованных лигандами сильного и слабого поля. Связь величин расщепления с окраской КС. Использование ТКП для объяснения магнитных свойств КС.

Спектрохимический ряд лигандов. Понятие об эффекте Яна–Теллера.

Представление о теории поля лигандов. Энергетические диаграммы для гексаамминкобальта (III) и гексафторокобальтата (III). σ - и π -донорно-акцепторные связи.

Величина расщепления в теории поля лигандов. Несвязывающие орбитали. Возможность π -дативного взаимодействия d-электронов центрального атома со свободными (разрыхляющими) орбиталями лиганда.

Сравнение возможностей метода валентных связей, теории кристаллического поля и теории поля лигандов в описании строения КС.

Константа устойчивости – важнейшая характеристика КС. Зависимость константы устойчивости от величины заряда и радиуса центрального иона, его электронной конфигурации (на примере гексаамминкобальта (II) и гексаамминкобальта (III), а также гексацианоферрата (II) и гексацианоферрата (III)). Представление о кинетически лабильных и инертных комплексах. Геометрическая и оптическая изомерия инертных комплексов. Эффект трансвлияния Черняева.

Роль КС в природе (ферменты, хлорофилл, гемоглобин, комплексные соединения микроэлементов в питании растений, лекарства и яды). Использование КС в технологии, сельском хозяйстве и медицине (разделение и очистка смесей неорганических соединений, борьба с хлорозом растений, противоопухолевое действие комплексов платины и других элементов).

Реакции ионного обмена. Расчет констант равновесия. Определение направления протекания реакций ионного обмена с участием комплексных, малорастворимых, малодиссоциирующих соединений.

РАЗДЕЛ II. СВОЙСТВА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Особенности химии элементов-металлов

Преобладание свойств элементов-металлов у представителей первой – тринадцатой групп Периодической системы Д. И. Менделеева (металлическое состояние простых веществ, катионная функция в сложных соединениях). Минимальная энергия ионизации атомов элементов-металлов. Классификация простых веществ – металлов по их физическим и химическим свойствам. Металлическая и ковалентная связь в металлах. Основные структурные типы металлов: кубическая (примитивная, объемно- и гранецентрированная), гексагональная структура. Влияние энергии кристаллической структуры на физические (энтальпия атомизации, температура плавления и кипения, электропроводность) и химические (взаимодействие с водой, кислотами, щелочами, неметаллами) свойства металлов.

Сплавы металлов. Использование простейших диаграмм состояний для описания свойств сплавов металлов (температура плавления, растворимость). Интерметаллиды.

Основные принципы переработки руд и способы выделения элементов в металлическом состоянии. Редкие и рассеянные элементы-металлы. Применение металлов в промышленности.

Первая группа Периодической системы Д. И. Менделеева (I A группа). Щелочные элементы (ЩЭ)

Общая характеристика ЩЭ. Нахождение элементов первой группы в природе. Важнейшие минералы: сподумен (литий), каменная соль, альбит, криолит, глауберова соль (натрий), сильвинит, карналлит (калий), лепидолит, карналлит (рубидий), поллуцит (цезий). Франций – радиоактивный ЩЭ.

Получение ЩЭ в металлическом состоянии из природного сырья. Изменение химической активности ЩЭ в металлическом состоянии по ряду литий – цезий (отношение к воде, кислороду, азоту).

Соединения ЩЭ с неметаллами – получение, строение, свойства гидридов, галогенидов, сульфидов, нитридов. Изменение термической устойчивости и состава кислородных соединений в группе ЩЭ. Озониды, их применение.

Гидроксиды ЩЭ. Получение, строение, свойства, применение едкого натра, едкого кали.

Строение, свойства, получение, применение солей ЩЭ – нитратов, сульфатов, галогенидов. Кристаллогидраты наиболее практически важных солей ЩЭ. Изменение степени гидратации катионов ЩЭ в водных растворах их солей по ряду литий – цезий. Получение соды (аммиачный и сульфатный метод) и поташа. Каустификация соды. Калийные удобрения. Малорастворимые соли лития, натрия и калия.

Изменение термической устойчивости карбонатов, нитратов, сульфатов в ряду литий – цезий. Изменение в том же ряду температуры плавления и электропроводности галогенидов ЩЭ. Комплексообразующие свойства катионов ЩЭ. Особые свойства соединений лития.

Применение ЩЭ в промышленности. Использование ЩЭ в металлическом состоянии в качестве теплоносителей в ядерной энергетике. Биологическая роль соединений ЩЭ (калий-натриевый “насос”, препараты лития, калия и цезия в медицине).

Вторая группа Периодической системы Д. И. Менделеева (II А группа) – бериллий, магний, щелочноземельные элементы (кальций, стронций, барий), радий

Общая характеристика элементов второй группы.

Бериллий. Влияние особенностей строения атома бериллия на свойства его соединений. Распространенность бериллия, изотопный состав. Переработка берилла (щелочной, фторидный и сернокислотный способы). Токсичность бериллия и его соединений.

Получение и свойства металлического бериллия, применение в технике бериллия и его сплавов.

Гидроксид бериллия, его амфотерность. Соли бериллия и бериллаты, их гидролиз. Основные и комплексные карбонаты бериллия, их свойства. Летучесть оксоацетата бериллия. Галогениды бериллия (фториды и хлориды), особенности их строения.

Магний. Минералы магния (доломит, магнезит, карналлит). Получение магния из минерального сырья. Физические и химические свойства металлического магния. Сплавы магния, их значение для современной техники. Оксид и гидроксид магния. Карбонаты магния. Гидролиз растворимых солей магния. Магнезиальный цемент. Получение безводных галогенидов магния. Применение магния в форме металла и в виде сложных соединений. Диагональное сходство свойств соединений магния и лития.

Щелочноземельные элементы (ЩЗЭ). Минералы кальция (известняк, мел, мрамор, гипс), стронция (целестин, стронцианит), бария (тяжелый шпат, витерит). Получение металлического кальция, стронция, бария, их физические и химические свойства. Оксиды и гидроксиды, гидриды ЩЗЭ. Гашеная и негашеная известь. Галогениды, нитриды. Растворимые (галогениды, нитраты, ацетаты) и нерастворимые (сульфаты, карбонаты, оксалаты) соли. Изменение термической устойчивости карбонатов, сульфатов, нитратов в ряду кальция – барий. Комплексообразующая способность ионов ЩЗЭ.

Жесткость воды (временная, постоянная). Уменьшение жесткости воды с помощью комплексонов. Деминерализованная вода (использование ионообменных материалов для очистки воды).

Переработка и использование природных соединений кальция (известь, мрамор, мел). Гипс, его свойства. Производство цемента, процессы “схватывания” и твердения цемента.

Геохимическая и биологическая роль ЩЗЭ. Токсичность соединений бария. Опасность радиоактивного заражения стронцием-90.

Радий. Закономерное изменение химических свойств простых и сложных соединений в ряду Be – Ra.

Открытие радия М.Склодовской-Кюри. Выделение радия из руд. Радий как член радиоактивного семейства урана – радия. Продукты радиоактивного распада радия.

Третья группа Периодической системы Д. И. Менделеева (III Б группа) – редкоземельные элементы (РЗЭ: скандий, иттрий, лантан, лантаниды), актиний и актиниды

Различный подход к определению элементов подгрупп скандия или галлия как электронных аналогов бора и алюминия. Альтернативные варианты порядка рассмотрения химии бора и алюминия – типических (по Менделееву) элементов в третьей или в тринадцатой группах Периодической системы.

РЗЭ, актиний и актиниды как элементы начала 3d-, 4d-, 5d-, 6d-рядов переходных элементов. Правомерность отнесения РЗЭ и актиния к f-элементам.

Редкоземельные металлы. Общая характеристика РЗЭ. Открытие РЗЭ. Строение электронных оболочек атомов, характерные валентные состояния, устойчивые степени окисления. Цериевая и иттриевая подгруппы. “Гадолиниевый излом”. Лантанидное сжатие. Распространенность РЗЭ, изотопный состав, нахождение в природе (монацит, лопарит, ксенотим, гадолинит). Синтез прометия.

Получение, физические и химические свойства РЗЭ в металлическом состоянии, применение РЗЭ в металлургии в качестве “раскислителей”, а также для легирования.

Оксиды, гидроксиды, соли РЗЭ. Двойные соли. Комплексные соединения, изменение их устойчивости в ряду скандий – итрий – лантан – лютеций. Комплексные соединения с полидентатными лигандами как основа современных методов разделения и очистки РЗЭ – ионообменной хроматографии и экстракции. Разделение смесей РЗЭ дробной кристаллизацией их солей и фракционным осаждением малорастворимых соединений (гидроксидов, оксалатов, двойных сульфатов). Летучие соединения РЗЭ, перспективы их использования для разделения РЗЭ.

Применение соединений РЗЭ (материалы лазерной оптики, магнитные материалы: гранаты, катализаторы, люминофоры, составная часть ВТСП материалов).

Актиний и актиниды. Общая характеристика актиния и актиноидов. Проблематичность химической аналогии актиноидов и лантаноидов.

Минералы тория (монацит), урана (урановая смоляная руда). Валентные состояния тория, урана. Металлические торий, уран. Принципы получения тория и урана из природного сырья.

Оксиды и гидроксиды тория. Безводные и гидратированные соли тория.

Кислородные соединения урана – оксиды урана, уранаты. Соли уранила и четырехвалентного урана. Галогениды урана. Комплексные соединения урана (VI) и (IV).

Получение U-233 из тория. Синтез трансурановых элементов. Принципы разделения смесей урана и плутония. Применение тория, урана и плутония.

Четвертая группа Периодической системы Д. И. Менделеева (IV Б группа) – титан, цирконий, гафний

Общая характеристика элементов четвертой группы. Минералы титана (ильменит, рутил, перовскит), циркония – гафния (циркон). Титан – рассеянный элемент. Валентные состояния элементов четвертой группы.

Металлические титан, цирконий, гафний. Физические и химические свойства, способы получения, очистка методом иодидного рафинирования. Применение металлических титана, циркония, гафния и сплавов на их основе.

Соединения элементов четвертой группы со степенью окисления (IV): оксиды и гидроксиды. Материалы на основе оксидов (IV). Титановые белила. Твердые растворы на основе оксида циркония (IV). Изменение кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов в ряду титан – гафний. Состояние четырехвалентных титана, циркония, гафния в водных растворах, влияние pH среды на равновесие гидролиза.

Полимеризация соединений титана, циркония, гафния за счет гидроксо-(оловых) и оксо-(оксоловых) мостиков. Строение титанил-иона и соответствующих производных циркония и гафния. Титанаты, цирконаты, гафнаты, полученные “сухим” способом и в водных растворах. Пьезоэлектрики на основе титанатов – цирконатов. Безводные и гидратированные соли четырехвалентных титана, циркония, гафния. Галогениды титана и его аналогов, их получение, строение, свойства, применение. Другие бинарные соединения – карбиды, нитриды, сульфиды и материалы на их основе. Пероксосоединения

титана (IV). Комплексные соединения четырехвалентных титана, циркония, гафния. Использование фтороцирконатов и фторогафнатов для разделения смесей циркония и гафния. Применение экстракции и ионообменной хроматографии для получения препаратов чистых циркония и гафния.

Сопоставление окислительно-восстановительной устойчивости соединений со степенями окисления (IV), (III), (II) в ряду титан – гафний. Получение и свойства солей титана (III), состояние ионов титана (III) в водных растворах, гидроксид титана (III).

Оксид титана (II) как пример кислородных соединений элементов четвертой группы со степенью окисления (II). Нестехиометрия оксида титана (II).

Применение соединений титана, циркония, гафния.

Целесообразность совместного рассмотрения химии тория и титана, циркония, гафния.

Пятая группа Периодической системы Д. И. Менделеева (V Б группа) – ванадий, ниобий, тантал

Общая характеристика элементов пятой группы. Нахождение в природе. Ванадий – рассеянный элемент. Минералы ниобия и тантала (лопарит, колумбит, танталит). Валентные состояния элементов пятой группы.

Металлические ванадий, ниобий, тантал, их физические и химические свойства, получение, применение. Ванадиевые стали.

Соединения элементов пятой группы со степенью окисления (V). Оксиды ванадия, ниобия, тантала (V), получение, свойства. Ванадий (V), ниобий (V) и тантал (V) в водных растворах. Влияние pH среды на состояние ионов элементов пятой группы в водных растворах. Изополи- и гетерополисоединения ванадия. Ванадаты, ниобаты, танталаты – получение, свойства. Безводные галогениды. Пероксидные соединения ванадия (V). Комплексные соединения ванадия, ниобия, тантала. Использование фторониобатов и фторотанталатов для разделения смесей ниобия и тантала методом дробной кристаллизации. Принципы экстракционного и хроматографического разделения смесей ниобия и тантала.

Изменение устойчивости соединений с высшими и низшими степенями окисления в ряду ванадий – тантал. Получение соединений ванадия (IV), (III), (II) в водных растворах, состояние ионов; гидролиз соединений ванадия с различными степенями окисления. Сопоставление окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств соединений ванадия со степенями окисления (V), (IV), (III), (II).

Шестая группа Периодической системы Д. И. Менделеева (VI Б группа) – хром, молибден, вольфрам

Общая характеристика элементов шестой группы. Минералы хрома (хромистый железняк), молибдена (молибденит), вольфрама (шеелит, вольфрамит). Валентные состояния элементов шестой группы.

Металлические хром, молибден, вольфрам. Физические и химические свойства, способы получения. Переработка хромистого железняка в дихромат и феррохром. Особенности получения металлических молибдена и вольфрама (порошковая металлургия).

Кислородные соединения хрома, молибдена, вольфрама со степенью окисления (VI). Оксид хрома (VI), получение, свойства. Кислотно-основное равновесие в водных растворах хроматов. Ди-, три- и тетрахроматы.

Оксиды молибдена и вольфрама (VI), получение, свойства. Молибденовая и вольфрамовая кислоты. Полимеризация молибденовой и вольфрамовой кислот в подкисленных растворах их солей. Изополимолибдаты, изополивольфраматы, их получение “сухим” путем и в водных растворах. Гетерополисоединения на основе молибденовой и вольфрамовой кислот, получение, строение, свойства и применение (катализаторы в органическом синтезе, ингибиторы коррозии металлов, реагенты в аналитической химии).

Соединения, содержащие хром, молибден, вольфрам в низших степенях окисления. Производные хрома (II) – оксид, гидроксид. Получение солей хрома (II) – хлорида, сульфата, ацетата. Восстановительные свойства соединений двухвалентного хрома.

Соединения хрома (III) – оксид, гидроксид. Соли трехвалентного хрома и хромиты. Гидратная изомерия солей хрома (III). Комплексные соединения и двойные соли хрома (III).

Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений хрома со степенями окисления (II), (III), (VI).

Кислородные соединения молибдена и вольфрама в низших степенях окисления – оксиды, молибденовые и вольфрамовые “сини”, вольфрамовые бронзы.

Серосодержащие соединения хрома, молибдена, вольфрама: сульфиды, оксосульфиды, тиосоли (тиомолибдаты и тиовольфраматы). Материалы на основе оксидов и халькогенидов хрома.

Галогениды хрома, молибдена, вольфрама. Изменения состава высшего галогенида в ряду хром – вольфрам. Оксогалогениды (хлористый хромил).

Пероксидные соединения хрома – надхромовая кислота, надхроматы.

Применение соединений шестой группы.

Целесообразность совместного рассмотрения химии урана и хрома, молибдена, вольфрама.

Седьмая группа Периодической системы Д. И. Менделеева (VII Б группа)– марганец, технеций, рений

Общая характеристика элементов седьмой группы. Минералы марганца (пирролюзит, гаусманит). Открытие рения. Синтез технеция (“эка-марганца”). Валентные состояния марганца, технеция, рения.

Получение металлических марганца, технеция, рения. Свойства и применение металлического марганца и его сплавов.

Соединения, содержащие элементы седьмой группы в высших степенях окисления. Марганцовая и марганцовистая кислоты, перманганаты и манганаты – получение, свойства, применение. Окислительно-восстановительные реакции соединений марганца (VII) и (VI). Влияние на окислительно-восстановительный процесс концентрации ионов водорода в водных растворах. Пертехнетаты и перренаты, состав и свойства. Соединения марганца (V).

Соединения марганца (IV). Оксид марганца (IV), строение, свойства. Соли марганца (IV) и манганиты – получение, свойства. Окислительно-восстановительные реакции с участием марганца (IV).

Соединения, содержащие элементы седьмой группы в низших степенях окисления. Марганец (II) и (III). Оксиды, гидроксиды, их получение, свойства. Комплексные соединения марганца (II) и (III). Сопоставление их устойчивости.

Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений марганца (и его аналогов) в различных степенях окисления. Применение соединений элементов седьмой группы.

Восьмая, девятая, десятая группы Периодической системы Д. И. Менделеева (VIII Б группы)

Целесообразность “триадного” рассмотрения свойств элементов восьмой – десятой групп. Триада железа (железо, кобальт, никель). Платиновые элементы (триады рутения и осмия).

Триада железа. Общая характеристика железа, кобальта, никеля. Минералы железа (магнетит, гематит, сидерит, пирит), кобальта (кобальтин), никеля (пентландит).

Получение железа восстановлением железных руд водородом или природным газом. Доменный процесс получения чугуна. “Передел” чугуна на сталь и ковкое железо. Физические и химические свойства металлического железа. Специальные и нержавеющие стали.

Совместное присутствие кобальта и никеля в рудах. Получение кобальта и никеля из сульфидных руд. Свойства и применение металлических кобальта, никеля.

Валентные состояния элементов триады железа. Изменение устойчивости соединений с низшими (II) и высшими (VI, III) степенями окисления в ряду железо – никель.

Соединения железа в различных степенях окисления. Проблема получения железа (VIII). Ферраты как производные железа (VI). Получение и свойства ферратов. Соединения железа (III). Оксиды, содержащие ионы Fe^{3+} : оксид железа (III), смешанные оксиды. α - и γ - Fe_2O_3 . Соли железа (III), их гидролиз. Гидроксид железа (III). Получение и свойства ферритов, их применение. Соединения железа (II). Оксид, получение и свойства. Нестехиометрия низшего оксида железа. Гидроксид железа (II). Соли железа (II). Соль Мора. Карбонаты железа (II) (средний, кислый, основной).

Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений железа со степенями окисления (II), (III), (VI).

Комплексные соединения железа (II) и (III) с неорганическими и органическими лигандами. Влияние комплексообразования на окислительно-восстановительные процессы в растворах, содержащих железо (II) и железо (III). Комплексные соединения железа с оксидом углерода (II) (карбонилы) и циклопентадиеном (ферроцен). Роль железа в биологических процессах (гемоглобин, питание растений).

Соединения кобальта (II) и (III). Оксиды, гидроксиды. Средние и основные соли кобальта (II). Фторид кобальта (III). Сравнение устойчивости комплексных соединений кобальта (II) и (III). Условия стабилизации кобальта (III) – в комплексных соединениях, оксидах, фторидах. Карбонилы кобальта. Применение соединений кобальта.

Соединения никеля (II). Оксид, гидроксид. Соли никеля (II). Комплексные соединения никеля (II), их строение, проявление эффекта Яна–Теллера. Карбонил никеля. Соединения никеля (III). Применение соединений никеля.

Принципы разделения смесей кобальта и никеля методами фракционного окисления, осаждения, сублимации.

Платиновые элементы. Роль отечественных ученых в изучении химии платиновых элементов (К.К. Клаус, Л.А. Чугаев, И.И. Черняев).

Общая характеристика платиновых элементов. Самородная платина. Извлечение элементов группы платиновых металлов из руд. Физические и химические свойства металлов, их применение.

Закономерности в изменении устойчивости характерных степеней окисления в соединениях платиновых элементов. Соединения рутения и осмия в степени окисления (VIII). Соли родия (III) и иридия (III). Соединения палладия (II), платины (II) и (IV). Гексахлороплатиновая кислота и ее соли. Фториды платины. Значение комплексных соединений в химии платиновых элементов. Строение и свойства комплексов платины (IV) и (II). Инертность комплексов платины, явление изомерии, эффект транс-влияния Черняева. Применение соединений платиновых элементов в химической технологии и медицине.

Одиннадцатая группа Периодической системы Д. И. Менделеева (I Б группа) – медь, серебро, золото

Общая характеристика элементов одиннадцатой группы. Причины нахождения в природе золота, серебра и меди в самородном состоянии. Медные руды (куприт, халькопирит, малахит), принципы переработки сульфидных медных руд и рафинирования меди. Переработка природных соединений серебра. Извлечение серебра из отходов переработки полиметаллических руд. Принципы металлургии золота. Аффинаж золота. Физические и химические свойства металлических меди, серебра, золота. Понятие о пробе. Применение меди, серебра и золота, а также их сплавов.

Соединения меди (II) и (I). Оксиды, гидроксиды. Диспропорционирование меди (I). Соли меди (II) и (I) – получение, свойства, гидролиз. Важнейшие комплексные

соединения меди (II) и (I), их состав и строение. Соединения меди (III) – купраты; периодаты и теллулаты меди (III). Применение соединений меди. Медь (II, III) – составная часть материалов со свойствами ВТСП. Медь (II) – важнейший биометалл. Токсичность соединений меди.

Соединения серебра (I) – оксид, гидроксид, растворимые и нерастворимые соли. Галогенидные, аммиачные и тиосульфатные комплексные соединения серебра (I), получение, строение, устойчивость, свойства. Принципы процессов фотографирования и серебрения. Условия стабилизации серебра в степени окисления (II). Серебро (III) и (V). Диспропорционирование серебра в четных степенях окисления.

Оксиды золота (I) и (III), их гидраты. Аулаты. Соли и комплексные соединения золота, их состав, строение, свойства. Тетрахлорозолотая кислота. Причина нестабильности золота (II). Диметилзолото – пример металлоорганических соединений этого элемента. Изменение характерных степеней окисления в ряду медь – золото.

Сравнение химических свойств элементов одиннадцатой и первой групп Периодической системы.

Двенадцатая группа Периодической системы Д. И. Менделеева (II Б группа) – цинк, кадмий, ртуть

Общая характеристика элементов двенадцатой группы. Особенности строения электронных оболочек атомов цинка, кадмия, ртути.

Минералы цинка (цинковая обманка), сульфидные полиметаллические руды кадмия (гринокит), ртути (киноварь). Физические и химические свойства цинка, кадмия, ртути. Получение и применение металлических цинка, кадмия, ртути и их сплавов. Амальгамы.

Изменение типа связи в соединениях двухвалентных цинка, кадмия, ртути. Причины аномального (немонотонного) характера изменения кислотно-основных свойств оксидов, гидроксидов и солей (гидролиз) в ряду цинк (II) – ртуть (II). Амфотерность цинка (II). Комплексные соединения цинка (II), кадмия (II), ртути (II) – получение, состав, устойчивость. Амидные соединения ртути. Соединения ртути (I) – оксид, гидроксид, получение, строение, свойства. Диспропорционирование ртути (I). Соли ртути (I). Каломель. Применение соединений цинка, кадмия, ртути.

Цинксодержащие ферменты (на примере карбоангидразы, карбоксипептидазы), их биологическая роль. Токсичность соединений кадмия и ртути. Способы устранения заражения помещений металлической ртутью.

Сравнение химических свойств элементов двенадцатой и второй групп Периодической системы.

Тринадцатая группа Периодической системы Д. И. Менделеева (III А группа) – бор, алюминий и элементы подгруппы галлия – галлий, индий, таллий

Бор и алюминий как типические элементы подгрупп галлия и скандия. Выбор альтернативного варианта. Преимущества и недостатки рассмотрения химии бора и алюминия как предшественников элементов подгрупп скандия и галлия.

Бор. Общая характеристика бора. Причина преобладания у бора неметаллических свойств. Минералы бора (тинкал, гидроборатит, колеманит). Изотоп ^{10}B . Использование бора в ядерной энергетике.

Модификации бора – простого вещества. Получение бора, его физические и химические свойства. Соединения бора с металлами и неметаллами. Карбид бора B_4C – конкурент алмаза. Нитрид бора, гексагональный и кубический (боразон). Галогениды бора. Неорганические полимеры на основе соединений бора. Тетрафтороборная кислота, ее соли. Боразол – аналог бензола.

Получение, строение, свойства диборана (трехцентровая двухэлектронная связь). Гомологические ряды гидридов бора: B_nH_{n+4} и B_nH_{n+6} . Гидридобораты и бориды металлов.

Кислородные соединения бора. Оксид бора (III). Борные кислоты, их соли. Получение, строение буры, ее гидролиз. Переработка буры в борную кислоту. Сложные

эферы борной кислоты.

Применение соединений бора.

Алюминий. Общая характеристика алюминия. Минералы алюминия (боксит, нефелин, каолин). Переработка боксита в оксид алюминия. Роль алюмосиликатов в неживой природе (цеолиты, глины).

Производство металлического алюминия. Физические и химические свойства алюминия. Сплавы алюминия, их применение.

Оксид алюминия (III): α - и γ - Al_2O_3 . Искусственные рубины. Гидроксид алюминия, "старение" за счет процессов оляции и оксоляции. Строение и свойства алюминатов, полученных методом твердофазного синтеза и в водных растворах. Полиалюминат натрия, β - Al_2O_3 – суперионный проводник. Гидролиз солей алюминия и алюминатов. Комплексные соединения и двойные соли алюминия. Получение и строение безводных галогенидов алюминия. Диагональное сходство свойств соединений бериллия и алюминия.

Разделение смесей бериллия и алюминия путем осаждения квасцов, получения карбонатных или фторидных комплексов и методом возгонки оксоацетата бериллия.

Гидрид алюминия и гидридоалюминаты щелочных элементов. Применение соединений алюминия.

Элементы подгруппы галлия – галлий, индий, таллий. Общая характеристика элементов подгруппы галлия. Специфика свойств соединений галлия, индия, таллия как постпереходных элементов-металлов. Галлий, индий, таллий – рассеянные элементы. Извлечение галлия, индия, таллия из отходов производства алюминия и цветных металлов. Физические и химические свойства металлических галлия, индия, таллия, их получение и применение.

Валентные состояния элементов подгруппы галлия. Изменение устойчивости соединений, содержащих галлий, индий, таллий в степени окисления (III) и (I). Способы получения одно- и трехвалентных галлия, индия, таллия. Особенности окислительно-восстановительных свойств соединений таллия. Сходство соединений таллия (I) и соединений рубидия (I), с одной стороны, и серебра (I) – с другой.

Амфотерность оксидов и гидроксидов трехвалентных галлия, индия, таллия. Соли и комплексные соединения галлия, индия, таллия. Применение соединений галлия, индия, таллия в полупроводниковой технике. Арсенид галлия как основа нового поколения полупроводников. Токсичность таллия.

Сравнение химических свойств элементов тринадцатой и третьей групп Периодической системы.

Четырнадцатая группа Периодической системы Д. И. Менделеева (IV А группа) – углерод, кремний, элементы подгруппы германия – германий, олово, свинец

Углерод и кремний – типические (по Менделееву) элементы четырнадцатой группы. Закономерный переход в группе от неметаллических (углерод, кремний) к металлическим свойствам (германий, олово, свинец).

Углерод. Общая характеристика углерода. Особенности электронного строения атома углерода, обуславливающие уникальную способность этого элемента образовывать связи С–С различной кратности и связи с атомами других элементов-неметаллов. Многообразие органических и неорганических соединений углерода, валентные формы углерода. Распространенность и изотопный состав. Использование изотопа ^{14}C для определения возраста археологических объектов. Формы нахождения углерода в природе.

Кристаллическая структура алмаза и графита. Искусственные алмазы и графит. Карбин. Фуллерены. Применение алмазов, графита, сажи. Активированный уголь как поглотитель газов, паров и растворенных веществ (Н.Д. Зелинский).

Химические свойства углерода. Соединения углерода с металлами и неметаллами. Важнейшие карбиды, их классификация по типу химической связи. Карбиды серы

(сероуглерод), азота (дициан), кремния (карборунд), железа, вольфрама, гафния, тория и др. Применение карбидов в технике и химической промышленности в качестве тугоплавких, жаростойких, высокотвердых материалов, составляющих конструкционных материалов, сталей и сплавов, применение в синтезе (карбид кальция и др.)

Синильная кислота, простые и комплексные цианиды. Цианамиды щелочных и щелочноземельных элементов. Роданистоводородная кислота и ее соли.

Галогениды углерода – четыреххлористый углерод, хлороформ, фторпроизводные углерода и их практическое применение (фреоны, фторопласты).

Углеводороды с одинарной, двойной и тройной связью. Изменение прочности связи углерод–углерод в ряду углеводородов с одинарной, двойной и тройной связью. Катенация (образование гомоядерных цепей), ее ослабление в ряду C – Si – Ge.

Примеры металлоорганических соединений – веществ, содержащих связь металл–углерод (метиллитий, тетраэтилсвинец, диметилртуть).

Кислородные соединения углерода. Оксид углерода (II) (угарный газ). Строение молекулы (методы МО и ВС). Получение и свойства оксида углерода (II). Координационные соединения оксида углерода (II) – карбонилы переходных элементов. Фосген как хлорангидрид угольной кислоты. Применение оксида углерода (II) в химической промышленности и в качестве топлива.

Оксид углерода (IV) (углекислый газ), получение, строение молекулы, физические и химические свойства. Применение углекислого газа. Угольная кислота, ее строение и свойства. Карбонаты, гидрокарбонаты, их термическая устойчивость. Получение и применение карбамида (мочевины).

Кремний. Общая характеристика кремния. Роль соединений кремния в построении земной коры. Основные кремнийсодержащие минералы – кварц, силикаты, алюмосиликаты (полевошпат, слюда, асбест, каолин).

Кристаллическая структура кремния. Получение кремния. Физические и химические свойства кремния – простого вещества. Кремний – полупроводник. Соединения кремния с металлами и неметаллами. Силициды, их классификация по типу химической связи, применение. Соединения кремния с галогенами. Гексафторокремниевая кислота, ее соли. Карбид кремния и материалы на его основе.

Соединения кремния с водородом. Строение силанов. Получение, свойства, применение. Различия в термической устойчивости углеводородов и силанов.

Кислородные соединения кремния. Оксид кремния (IV) – полиморфные модификации. Природные разновидности оксида кремния (IV). Кремниевые кислоты. Силикагель, получение, применение. Золь и гель кремниевой кислоты. Силикаты, их гидролиз. Современные представления о строении силикатов. Основные типы структур силикатов: островные, цепные, слоистые, трехмерные. Искусственные силикаты: стекла, ситаллы, цементы, принципы промышленного получения стекла и цемента. Оксид кремния (II), получение и свойства.

Важнейшие кремнийорганические соединения: силоксан, силиконы, их применение в технике.

Сравнение свойств кислородных соединений и галогенидов углерода и кремния.

Диагональное сходство свойств соединений бора и кремния.

Элементы подгруппы германия – германий, олово, свинец. Общая характеристика элементов подгруппы германия. Распространенность германия, олова, свинца. Аномальный изотопный состав свинца. Германий – рассеянный элемент. Минералы олова (касситерит), свинца (свинцовый блеск).

Получение германия, его физические и химические свойства. Германий как важнейший материал с полупроводниковыми свойствами.

Получение металлического олова из касситерита, рафинирование олова; физические и химические свойства олова. Применение олова и его сплавов. Получение металлического свинца, его рафинирование. Физические и химические свойства,

применение свинца и его сплавов.

Изменение окислительно-восстановительной устойчивости соединений, содержащих элементы в степени окисления (IV) и (II), по ряду германий – свинец.

Важнейшие соединения германия (IV): оксид германия, германаты, тетрагидрид германия, гидриды и металлоорганические соединения германия (IV). Соединения германия (II).

Важнейшие соединения олова (IV) и (II): их получение, состав, строение, свойства. Оксид олова (IV), оловянные кислоты, станнаты. Оксид и гидроксид олова (II), станниты. Хлориды олова (IV) и (II). Сульфиды олова (IV) и (II), тиостаннаты. Окислительно-восстановительные свойства соединений олова (IV) и (II). Применение соединений олова. Сенсорные материалы.

Важнейшие соединения свинца (II) и (IV): оксиды свинца (II) и (IV), сурик, плюмбиты, плюмбаты. Растворимые и нерастворимые соли свинца (II) и (IV). Свинцовые белила. Галогениды и сульфиды свинца. Комплексные соединения свинца (II) и (IV). Сравнение окислительно-восстановительных, кислотно-основных и комплексообразующих свойств свинца (II) и (IV). Применение соединений свинца. Свинцовые аккумуляторы. Токсичность свинца и его соединений.

Сравнение химических свойств элементов четырнадцатой и четвертой групп Периодической системы.

Пятнадцатая группа Периодической системы Д. И. Менделеева (V A группа) – азот, фосфор, элементы подгруппы мышьяка – мышьяк, сурьма, висмут

Азот и фосфор – типические (по Менделееву) элементы пятнадцатой группы. Закономерное усиление металлических свойств от азота и фосфора к элементам подгруппы мышьяка.

Азот. Общая характеристика азота. Распространенность и нахождение азота в природе (воздух, органические азотсодержащие соединения, селитры, нитриты). Строение молекулы азота (методы МО и ВС). Уникальные физические и химические свойства молекулярного азота. Энергия тройной, двойной и одинарной связи азот – азот. Сопоставление энергетических характеристик связей азот – азот, углерод – азот, углерод – углерод. Получение азота в лаборатории и промышленности. Применение молекулярного азота.

Современные методы связывания атмосферного азота (синтез аммиака, оксида азота (II), цианамид кальция, нитрогенильных комплексов).

Аммиак. Строение, физические и химические свойства. Получение аммиака в лаборатории. Сжижение аммиака. Физико-химические условия промышленного синтеза аммиака. Катализаторы синтеза аммиака. Равновесие взаимодействия аммиака с водой. Гидраты аммиака. Проблема существования гидроксида аммония. Соли аммония, их получение и свойства. Строение иона аммония. Термическая устойчивость солей аммония – производных важнейших минеральных кислот. Гидролиз солей аммония. Применение аммиака и солей аммония. Аммиакаты как пример комплексных азотсодержащих соединений.

Нитриды с ионной, ковалентной связью, металлоподобные нитриды. Гидразин и гидроксилламин, состав и свойства. Сравнение основных и окислительно-восстановительных свойств аммиака, гидразина и гидроксилламина. Азотистоводородная кислота и ее соли (азиды). Галогениды азота, их свойства.

Кислородные соединения азота. Природа связи азот – кислород.

Состав, строение и закономерности в изменении свойств оксидов азота: N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_4 , N_2O_5 (дипольный момент, межмолекулярное взаимодействие, взаимодействие с водой, термическая устойчивость, кислотные свойства). Получение оксидов азота. Схема МО для NO , сопоставление свойств NO и NO^+ . Радикальные реакции NO (взаимодействие с O_2 , Cl_2), NO_2 (реакции нитрования органических веществ). Анионные (NO_2^- , NO_3^-) и катионные (NO^+ , NO_2^+) формы оксидов азота (III), (V).

Диспропорционирование оксидов азота (III), (IV) в кислой и щелочной средах, полярных и неполярных растворителях. Синтез безводных нитратов элементов-металлов. Термическое разложение нитратов натрия, серебра, свинца.

Получение, сопоставление строения и свойств азотистой HNO_2 и азотной HNO_3 кислот: устойчивость, кислотные и окислительно-восстановительные свойства водных растворов. Зависимость состава продуктов взаимодействия азотной кислоты с металлами от концентрации кислоты и природы металла. Нитриты и нитраты, получение, свойства, их роль в технике. Гипоазотистая кислота $(\text{HNO})_2$.

Фосфор. Общая характеристика фосфора. Распространенность фосфора и формы его нахождения в природе (фосфаты элементов-металлов – фосфориты, апатиты, монацит; фосфорсодержащие органические соединения – нуклеиновые кислоты и др.). Валентные состояния фосфора.

Аллотропные модификации фосфора. Условия стабильности белого и красного фосфора. Строение белого и красного фосфора, физические и химические свойства. Свечение фосфора. Взаимодействие фосфора с металлами и неметаллами. Получение и применение красного и белого фосфора в промышленности.

Водородные соединения фосфора. Способы получения фосфина. Соли фосфония, их термическая и гидролитическая устойчивость.

Фосфиды металлов, получение, свойства. Типы химической связи в фосфидах металлов и неметаллов. Инсектофунгициды и полупроводниковые материалы на основе фосфидов. Галогениды фосфора, оксогалогениды. Особенности строения PCl_5 и PCl_3 , PBr_5 и PBr_3 . Неорганические полимеры на основе галогенидов фосфора (фосфонитрилхлорид).

Кислородные соединения фосфора – оксиды, кислородсодержащие кислоты. Оксид фосфора (III), получение, строение молекулы, свойства. Фосфористая кислота, получение, строение, свойства. Фосфиты. Фосфорноватистая кислота, получение, строение, свойства. Гипофосфиты. Фосфорноватая кислота, ее соли.

Оксид фосфора (V), получение, строение молекулы, свойства. Получение и взаимные переходы орто-, ди(пиро)- и метафосфорной кислот. Строение и свойства фосфорных кислот и их солей. Аналитические методы их идентификации. Гидролиз фосфатов. Полиметафосфаты. Сравнение кислотных, окислительно-восстановительных свойств и термической устойчивости кислородсодержащих кислот фосфора (I), (III), (V). Фосфорные удобрения и моющие средства на основе фосфатов. Роль производных фосфорной кислоты в биологических процессах. Протонные проводники на основе кислых фосфатов.

Элементы подгруппы мышьяка – мышьяк, сурьма, висмут. Общая характеристика элементов подгруппы мышьяка. Особенности химических свойств мышьяка, сурьмы, висмута как постпереходных элементов. Склонность элементов подгруппы мышьяка к образованию химической связи с серой. Минералы мышьяка (реальгар, аурипигмент), сурьмы (сурьмяный блеск), висмута (висмутовый блеск). Получение мышьяка, сурьмы, висмута из природного сырья. Физические и химические свойства, применение мышьяка, сурьмы, висмута. Сплавы сурьмы и висмута, сплав Вуда.

Валентные состояния мышьяка, сурьмы и висмута. Изменение устойчивости соединений, содержащих элементы подгруппы мышьяка в степени окисления (III) и (V).

Важнейшие соединения мышьяка (V) и (III): оксиды (V) и (III), мышьяковая и мышьяковистая кислоты, арсенаты и арсениты. Сульфиды и тиосоли мышьяка (V) и (III). Проявление амфотерных свойств соединениями мышьяка. Сравнение окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств одноптипных соединений мышьяка (V) и (III).

Кислородные соединения сурьмы: оксиды (V) и (III), сурьмяная и сурьмянистая кислоты, антимонаты и антимониты. Сопоставление окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств соединений сурьмы (V) и (III). Состояние сурьмы (V) и (III) в водных растворах. Галогениды сурьмы (V) и (III), их гидролиз. Сульфиды и тиосоли

сурьмы (V) и (III).

Важнейшие соединения висмута (III) – оксид и гидроксид, соли и оксосоли, сульфид висмута (III). Состояние висмута (III) в водных растворах. Соединения висмута (V) – висмутаты, их получение и свойства сильнейших окислителей.

Водородные соединения мышьяка, сурьмы и висмута, получение, строение, свойства. Арсениды, антимониды, висмутиды. Получение, свойства.

Применение соединений элементов подгруппы мышьяка в промышленности. Токсичность соединений мышьяка, сурьмы, висмута.

Сопоставление состава, строения, характера химической связи, кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств, термодинамических характеристик однотипных соединений элементов пятнадцатой группы (простых веществ, гидридов, галогенидов, оксидов, кислородсодержащих кислот).

Сравнение химических свойств элементов пятнадцатой и пятой групп Периодической системы.

Шестнадцатая группа Периодической системы Д. И. Менделеева (VI A группа) – кислород и элементы подгруппы серы

Общая характеристика кислорода. Роль кислорода как самого распространенного элемента в биологических и минеральных процессах на Земле.

Строение молекулы кислорода с позиций методов ВС и МО. Парамагнетизм молекулярного кислорода, физические и химические свойства молекулярного кислорода. Строение иона O_2^+ (метод МО).

Получение кислорода в лаборатории и промышленности. Жидкий кислород. Применение молекулярного кислорода.

Важнейшие кислородные соединения – оксиды элементов-металлов и элементов-неметаллов, гидроксиды металлов, кислородсодержащие кислоты и их соли. Типы химической связи в оксидах, гидроксидах, кислородсодержащих кислотах различных элементов. Оксиды элементов-металлов с переменной степенью окисления. Нестехиометрические оксиды. Химические и физические свойства оксидов. Оксидные бронзы.

Пероксиды и надпероксиды, их получение, свойства и применение. Строение ионов O_2^- и O_2^{2-} с точки зрения метода МО.

Озон, его свойства, строение, получение. Применение для озонирования воды и воздуха, в качестве окислителя в синтезе. Озоныды, их получение, свойства и применение.

Элементы подгруппы серы – сера, селен, теллур, полоний. Общая характеристика элементов подгруппы серы. Распространенность, формы нахождения в природе элементов подгруппы серы (самородная сера, сульфаты, халькогениды металлов, органические соединения, содержащие серу). Биологическая роль селена. Полоний – радиоактивный элемент-металл. Изменение характерных валентных состояний в ряду кислород – теллур.

Аллотропные и полиморфные модификации серы, диаграмма состояний серы. Соединения серы с металлами и неметаллами. Применение серы.

Водородные соединения серы, селена, теллура, химические и физические свойства, получение и применение. Изменение строения, термической и окислительно-восстановительной устойчивости, термодинамических характеристик в ряду вода – сероводород – селеноводород – теллуrowодород (длина связи, валентный угол, дипольный момент, условия фазовых переходов). Изменение кислотно-основных свойств водных растворов водородных соединений в том же ряду. Многосернистый водород, получение и свойства (полисульфаны). Токсичность водородных соединений серы, селена, теллура. Правила техники безопасности при работе с ними.

Халькогениды металлов (сульфиды, селениды, теллуриды), получение и свойства. Гидросульфиды и полисульфиды металлов. Сульфиды металлов как важнейшее минеральное сырье. Использование халькогенидов металлов в качестве полупроводников.

Кислородные соединения серы, селена, теллура со степенью окисления (IV).

Способы получения, строение и свойства оксидов (IV) элементов подгруппы серы. Изменение термической устойчивости и окислительно-восстановительных свойств в ряду оксид серы (IV) (сернистый газ) – оксид селена (IV) – оксид теллура (IV). Сернистая кислота, строение, получение, свойства. Сульфиты и гидросульфиты, термическая устойчивость, окислительно-восстановительные свойства, гидролиз в водных растворах. Таутомерия гидросульфит-иона. Сравнение свойств сернистой, селенистой и теллуристой кислот и их солей.

Хлористый тионил – галогенангидрид сернистой кислоты, получение, строение, свойства.

Тиосернистая, тиосерная, гидросернистая, политионовые кислоты – состав, свойства. Получение, строение и свойства тиосульфата натрия. Гомоядерные цепи в политионатах.

Кислородные соединения серы, селена, теллура со степенью окисления (VI). Изменение термической устойчивости и термодинамических характеристик оксидов (VI) элементов в ряду сера – теллур. Оксид серы (VI) (серный ангидрид), его строение, физические и химические свойства. Физико-химические параметры процесса получения серного ангидрида окислением сернистого газа кислородом.

Серная кислота – важнейшая из минеральных кислот, ее применение. Строение и свойства серной кислоты. Основные принципы промышленных методов получения серной кислоты – контактного и нитрозного. Нитрозил-серная кислота. Олеум. Сульфаты и гидросульфаты. Влияние природы катиона элемента-металла на термическую устойчивость сульфатов.

Сравнение свойств серной, селеновой и теллуровой кислот и их солей. Особенности состава и строения теллуровой кислоты. Проявление вторичной периодичности в свойствах кислородных соединений элементов подгруппы серы.

Сравнение кислотных, окислительно-восстановительных свойств и термической устойчивости серной и сернистой кислот.

Замещение в H_2SO_4 : концевых атомов кислорода на серу (тиосульфаты), пероксогруппу (моно- и динадсерная кислоты), гидроксильной группы на мостиковый кислород (пиросульфат и полисульфаты), на галоген (SO_2Cl_2 , HSO_3F).

Сравнение химических свойств элементов шестнадцатой и шестой групп Периодической системы.

Семнадцатая группа Периодической системы Д. И. Менделеева (VII A группа) – галогены – фтор, хлор, бром, иод, астат

Общая характеристика галогенов. Основные формы химической связи. Преобладание неметаллических свойств. Важнейшие минералы фтора (фторапатит, флюорит, криолит) и хлора (каменная соль, сильвинит). Добыча поваренной соли из морской воды. Получение соединений брома из буровых вод, солей иода из морских водорослей. Астат – радиоактивный член группы галогенов.

Строение двухатомных молекул галогенов. Изменение энергии связи галоген – галоген и химической активности в ряду двухатомных молекул галогенов. Влияние изменения межмолекулярного взаимодействия по ряду фтор – иод на агрегатное состояние галогенов.

Химические свойства галогенов в молекулярном состоянии, взаимодействие с металлами и неметаллами. Солеобразные галогениды, галогенангидриды. Межгалогенные соединения. Аналогия в химических свойствах галогенов и межгалогенных соединений. Полигалогениды. Порядок вытеснения галогенов из растворов их галогенидов, иллюстрация этих процессов величинами окислительно-восстановительных потенциалов.

Получение галогенов в лаборатории и промышленности. Химические и электрохимические методы. Токсичность галогенов. Правила техники безопасности при работе с галогенами. Применение галогенов в промышленности и технике: в металлургии (электролиз безводных галогенидов, иодидное рафинирование), в неорганическом и

органическом синтезе.

Галогеноводороды, их физические и химические свойства. Изменение в ряду фтороводород–иодоводород прочности и типа связи водород – галоген, термической устойчивости и восстановительных свойств галогеноводородов. Термодинамические характеристики галогеноводородов. Способы получения галогеноводородов. Цепная реакция синтеза хлороводорода. Получение галогеноводородов из солеобразных галогенидов и из галогенангидридов.

Растворы галогеноводородов в воде, изменение силы галогеноводородных кислот в ряду $\text{HF} - \text{HI}$.

Соляная кислота как одна из важнейших минеральных кислот, ее свойства, получение в промышленности и применение. Плавиковая кислота, особенности ее строения, применение. Гидрофториды. Травление стекла плавиковой кислотой и газообразным фтороводородом. Техника безопасности при работе с фтороводородом и его растворами.

Кислородные соединения галогенов – оксиды и кислородсодержащие кислоты. Изменение их устойчивости в ряду фтор – иод. Вторичная периодичность в изменении устойчивости кислородных соединений галогенов с точки зрения теории поляризации и с учетом образования кратных связей галоген – кислород.

Взаимодействие галогенов с водой: сольватация и клатратообразование, гетеролитическое разложение. Изменение состава продуктов этого взаимодействия в ряду фтор – иод. Термодинамические и кинетические характеристики процессов взаимодействия галогенов с водой. Влияние концентрации водородных ионов на равновесие реакции галогенов с водой.

Процесс “беления” сухим и влажным хлором. Хлорноватистая кислота, ее соли – гипохлориты. Жавелевая вода. Хлорная известь. Хлористая, хлорноватая, хлорная кислоты и их соли: хлориты, хлораты, перхлораты. Способы получения. Строение и свойства, применение важнейших кислородсодержащих кислот хлора и их солей. Сопоставление термической устойчивости, силы кислот и окислительно-восстановительных свойств в ряду кислородсодержащих кислот хлора.

Оксиды хлора – Cl_2O , ClO_2 , ClO_3 , Cl_2O_7 , их термическая неустойчивость. Оксиды брома и иода.

Кислородсодержащие кислоты брома, иода и их соли, состав, свойства. Неустойчивость кислородных кислот и оксидов брома. Получение бромной кислоты с помощью фторидов ксенона и путем облучения нейтронами селенатов щелочных металлов. Амфотерность иодноватистой кислоты. Иодные кислоты, их гидратные формы. Получение иодных кислот и их солей.

Порядок взаимного вытеснения галогенов из кислородсодержащих соединений, иллюстрация наблюдаемой закономерности величинами окислительно-восстановительных потенциалов.

Применение соединений элементов семнадцатой группы.

Сравнение химических свойств элементов семнадцатой и седьмой групп Периодической системы.

Водород – первый элемент Периодической системы Д. И. Менделеева

Проблема размещения водорода в Периодической системе.

Свойства водорода, характерные как для элементов–неметаллов (легкий аналог галогенов), так и для элементов–металлов (легкий аналог щелочных элементов). Целесообразность рассмотрения свойств водорода на завершающем этапе изучения Периодической системы.

Особенности строения атома водорода. Изотопы водорода – протий, дейтерий и тритий. Значение изотопов водорода для ядерной техники. Распространенность водорода, формы его нахождения в природе. Валентные состояния водорода. Размеры атома и ионов.

Молекулярный водород, физические и химические свойства. Атомарный водород. Проблема металлоподобного водорода. Лабораторные и промышленные способы получения водорода. Хранение водорода. Техника безопасности при работе с водородом. Применение водорода.

Гидриды – соединения водорода с металлами и неметаллами. Гидриды с ковалентным, ионным и промежуточными типами связей. Водородная связь, ее влияние на строение и свойства водородсодержащих соединений. Гидриды с трехцентровой связью. Растворимость водорода в металлах. Химические аккумуляторы водорода (сплав “лантан–никель–5”). Физические и химические свойства гидридов. Получение и применение гидридов.

Вода как важнейшее соединение водорода. Роль воды в биосфере и геосфере. Строение молекулы воды. Ассоциация молекул воды за счет водородных связей. Цепная реакция синтеза воды. Разложение воды под действием радиации (радиолиз) с образованием радикалов гидроксила, пероксида водорода, молекулярного кислорода, гидратированного электрона. Физические и химические свойства обычной и тяжелой воды. Термическая диссоциация воды.

Проблемы очистки воды. Получение химически чистой воды.

Пероксид водорода. Строение, термическая устойчивость и кислотная диссоциация. Окислительно-восстановительные свойства пероксида водорода. Способы получения и применение пероксида водорода в технике, технологии, медицине.

Надкислоты, соли надкислот. Их строение, свойства и применение на примере надсерных кислот. Пероксиды металлов как производные пероксида водорода.

Восемнадцатая группа Периодической системы Д. И. Менделеева (VIII А группа) – инертные (благородные) газы

Особенности электронного строения атомов инертных газов. Неустойчивость двухатомных молекул инертных газов (на примере гелия, метод МО). Физические свойства инертных газов. Нахождение инертных газов в природе, способы разделения их смесей. Основные вехи истории открытия соединений инертных газов (Б.А. Никитин, Н. Бартлетт). Дифторид, тетрафторид, гексафторид ксенона. Триоксид ксенона. Перксенат-ион. Трехцентровая четырехэлектронная связь в соединениях инертных газов. Окислительные свойства фторидных и кислородных соединений ксенона. Положение фторидов ксенона в ряду известных фторокислителей. Фторидные соединения радона и криптона.

Применение инертных газов и их соединений как фторокислителей и в радиохимии для улавливания летучих соединений осколочных элементов.

Особенности химии элементов-неметаллов

Признаки простых и сложных веществ, характерные для элементов–неметаллов (тринадцатая – восемнадцатая группы Периодической системы). Особенности строения электронных оболочек атомов, придающие элементам неметаллические свойства. Изменение прочности и кратности связи элемент – элемент в ряду элементов-неметаллов бор – углерод – азот – кислород – фтор – неон, а также сверху вниз в тринадцатой – восемнадцатой группах. Влияние электронного строения и изменения размеров атомов в группах на прочность и тип химической связи в важнейших классах сложных соединений (гидриды, оксиды, галогениды). Изменение в группах и рядах кислотно-основных свойств гидратов окислов (кислотный, амфотерный или основной характер диссоциации).

Влияние специфических свойств элементов-неметаллов на формы их нахождения в природе. Важнейшие биологически активные элементы-неметаллы. Основные биологические – белки, углеводы, нуклеиновые кислоты. Ферменты – их роль в процессах метаболизма (гидролиз, окисление). Принципы фотосинтеза.

Получение неметаллов. Применение простых веществ и сложных соединений, образованных неметаллами, в промышленности и сельском хозяйстве.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных работ, практических работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература:

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия / Н. С. Ахметов. — 13-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 744 с. — ISBN 978-5-507-45394-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/267359>
2. Ахметов, Н. С. Лабораторные и семинарские занятия по общей и неорганической химии : учебное пособие / Н. С. Ахметов, М. К. Азизова, Л. И. Бадьгина. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1716-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211658>
3. Шевельков, А. В. Неорганическая химия. Учебник : учебник / А. В. Шевельков, А. А. Дроздов, М. Е. Тамм ; под редакцией А. В. Шевелькова. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 591 с. — ISBN 978-5-00101-937-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166744>
4. Ардашникова, Е. И. Неорганическая химия. Практикум : учебное пособие / Е. И. Ардашникова, Е. Д. Демидова, В. А. Алёшин ; под редакцией А. В. Шевелькова. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 478 с. — ISBN 978-5-00101-938-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166745>
5. Карпова, Е. В. Неорганическая химия. Вопросы и задачи : учебное пособие / Е. В. Карпова, Е. И. Ардашникова, Г. Н. Мазо ; под редакцией А. В. Шевелькова. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 179 с. — ISBN 978-5-00101-939-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166746>
6. Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учебно-практическое пособие / Н. Л. Глинка ; под редакцией В. А. Попкова, А. В. Бабкова. — 14-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 236 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8914-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. с. 2 — URL: <https://urait.ru/bcode/535603/p.2>
7. Суворов, А. В. Общая и неорганическая химия. Вопросы и задачи : учебное пособие для вузов / А. В. Суворов, А. Б. Никольский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва :

Издательство Юрайт, 2024. — 308 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07902-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/540651>

Дополнительная литература:

1. Краткий курс теоретической неорганической химии : учебное пособие для вузов / Е. Г. Гончаров, В. Ю. Кондрашин, А. М. Ховив, Ю. П. Афиногенов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-9017-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183644>

2. Гельфман, М. И. Неорганическая химия : учебное пособие / М. И. Гельфман, В. П. Юстратов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 528 с. — ISBN 978-5-8114-0730-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210713>

3. Никольский, А. Б. Химия : учебник и практикум для вузов / А. Б. Никольский, А. В. Суворов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 507 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03930-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536213>

4. Зайцев, О. С. Химия : учебник для вузов / О. С. Зайцев. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 470 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8073-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536174>

5. Зайцев, О. С. Химия. Лабораторный практикум и сборник задач : учебное пособие для вузов / О. С. Зайцев. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 202 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-4106-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536523>

6. Гаршин, А. П. Химические термины. Словарь : учебное пособие для вузов / А. П. Гаршин, В. В. Морковкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 452 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04639-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539556>

Материалы, находящиеся в свободном доступе на следующих сайтах:

<http://chemexpress.fatal.ru>

<http://www.xumuk.ru>

<http://www.chemport.ru>

<http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm>

<http://www.alhimikov.net>

<http://www.alhimik.ru>

<http://www.chemistry.narod.ru/>

<http://www.chem.tut.ru/>

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1) Государственная система правовой информации – официальный интернет-портал правовой информации – URL: <http://pravo.gov.ru>

2) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – URL: <http://window.edu.ru>

3) Справочно-правовая система. Консультант Плюс – URL: <http://www.consultant.ru/>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного

обеспечения, в том числе отечественного производства

- 1) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*
- 2) *Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader*

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

– учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

– помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;

Не допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 – Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс			Всего часов
	1	2										
Лекции	72	90		162								
Практические занятия	18	36		54								
Лабораторные работы	126	126		252								
Самостоятельная работа	72	36		108								
Подготовка к промежуточной аттестации	36	36		72								
Всего часов по дисциплине	324	324		648								
/ из них в форме практической подготовки												

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен	+	+		2							
Зачет/зачет оценкой											
Курсовая работа (проект)											
Количество расчетно-графических работ											
Количество контрольных работ											
Количество рефератов											
Количество эссе											

Перечень лабораторных работ

№ п/п	Темы лабораторных работ
	1 семестр
1.	Техника безопасности. Правила работы в лаборатории неорганической химии. Лабораторная посуда. Сборка приборов. Погрешность измерения
	Тема: <i>Определение молекулярных масс и химических эквивалентов</i>
2.	Установление химической формулы кристаллогидрата.
3.	Определение молекулярной массы диоксида углерода.
4.	Определение химического эквивалента металла
5.	Определение эквивалента карбоната кальция
	Тема: <i>Энергетика химических процессов</i>
6.	Определение теплового эффекта реакции нейтрализации сильной кислоты сильным основанием калориметрическим методом.
7.	Определение энтальпии растворения соли
	Тема: <i>Химическая кинетика. Химическое равновесие</i>
8.	Химическая кинетика. Влияние различных факторов на скорость химических реакций.
9.	Определение энергии активации химического растворения металлов
10.	Определение частных порядков и константы скорости реакции окисления иодида калия пероксодисульфатом калия.
11.	Химическое равновесие.
	Тема: <i>Растворы</i>
12.	Приготовление раствора серной кислоты и определение концентрации приготовленного раствора.
13.	Приготовление раствора гидроксида натрия заданной концентрации путем разбавления. Определение точной концентрации раствора гидроксида натрия методом титрования.
14.	Сильные и слабые электролиты
15.	Свойства растворов малорастворимых электролитов
16.	Определение произведения растворимости труднорастворимой соли. Расчет термодинамических характеристик процесса растворения соли.
17.	Гидролиз. Факторы, влияющие на процесс гидролиза.
18.	Определение термодинамических характеристик процесса гидролиза.
19.	Буферные растворы.
	Тема: <i>Строение вещества</i>
20.	Строение атома.
21.	Химическая связь. Методы валентных связей и молекулярных орбиталей.
22.	Строение молекул. Теория ОВЭП.
	2 семестр
	Тема: <i>Комплексные соединения</i>

1.	Техника безопасности при работе в химической лаборатории Комплексные соединения.
2.	Комплексные соединения.
3.	Изучение оптических характеристик растворов комплексных соединений
4.	Определение направления протекания ионных реакций
	Тема: <i>Электрохимические процессы</i>
5.	Окислительно-восстановительные реакции.
6.	Формы представления электродных потенциалов (диаграммы Латимера, Фроста, Пурбэ и расчеты электродных потенциалов по уравнению Нернста)
7.	Определение электрохимического потенциала обратимых электродных систем. (Металлические электроды: медь, цинк, свинец; ОВпотенциал редокси-электрода железо(III)/железо(II); изучение зависимости электродного потенциала пероксида водорода от pH)
8.	Измерение ЭДС гальванического элемента.
9.	Электролиз растворов электролитов.
10.	Коррозия металлов. Защита металлов от коррозии
	Тема: <i>Химия элементов</i>
11.	Кислород. Водород. Пероксид водорода
12.	Галогены (Работа 25)
13.	Изучение равновесия в системе галоген-вода
14.	Сера (Р 27)
15.	Азот (Р 29); Фосфор (Р 31)
16.	Сурьма. Висмут (Р 32)
17.	Углерод (Р 33); Кремний (Р 34)
18.	Германий. Олово (Р 35); Свинец (Р 36)
19.	Бор (Р 38); Алюминий. Галлий. Индий (Р 39)
20.	Цинк. Кадмий (Р 41)
21.	Медь (Р 44). Серебро (Р 46)
22.	Железо (Р 47) Кобальт. Никель (Р 49)
23.	Марганец. Технеций. Рений (Р 51)
24.	Хром (Р 53) Молибден (Р 55). Вольфрам (Р 56)
25.	Ванадий. Ниобий (Р 57) Титан. Цирконий (Р 58)
26.	Лантан. Церий (Р 59)
27.	Бериллий. Магний (Р 60) Щелочноземельные металлы (Р 61)
28.	Щелочные металлы (Р 63)

Перечень практических занятий по формам обучения

№ п/п	Темы практических занятий
1 семестр	
1.	Основы атомно-молекулярного учения. Основные стехиометрические законы
2.	Эквивалент. Закон эквивалентности
3.	Энергетика химических процессов
4.	Кинетика химических реакций
5.	Химическое равновесие
6.	Способы выражения состава растворов
7.	Законы идеальных растворов
8.	Свойства растворов электролитов. Гидролиз солей. Буферные растворы
9.	Свойства растворов малорастворимых электролитов. Произведение растворимости
2 семестр	
1.	Комплексные соединения. Номенклатура
2.	Комплексные соединения. Теории строения комплексных соединений
3.	Расчет констант равновесия реакций ионного обмена
4.	Окислительно-восстановительные реакции
5.	Расчет электрохимического потенциала обратимых электродных систем
6.	Формы представления электродных потенциалов (диаграммы Латимера, Фроста, Пурбэ и расчеты электродных потенциалов по уравнению Нернста)
7.	Расчет ЭДС гальванического элемента
8.	Электролиз расплавов и растворов электролитов
9.	Коррозия металлов. Защита металлов от коррозии
10.	Химические свойства соединений водорода, кислорода
11.	Химические свойства соединений серы
12.	Химические свойства соединений азота
13.	Химические свойства соединений фосфора
14.	Химические свойства неметаллов элементов р-семейства
15.	Химические свойства металлов элементов р-семейства
16.	Химические свойства металлов элементов s-семейства
17.	Химические свойства соединений металлов элементов d-семейства
18.	Химические свойства соединений элементов f-семейства