

Неорганическая химия

образовательная программа направления 020100.62 Химия
цикл Дисциплины направления, федеральный компонент

Цель и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины – изучение свойств химических элементов и их соединений на основе периодического закона Д.И. Менделеева, современных представлений о строении вещества, с использованием понятий химической термодинамики, химической кинетики и электрохимии, а также способов получения и практического использования важнейших элементов и их соединений.

Задачи дисциплины:

- рассмотреть основные свойства химических элементов и их соединений на основе периодического закона Д.И. Менделеева, современных представлений о строении вещества;
- рассмотреть основные способы получения и практического использования важнейших элементов и их соединений;
- раскрыть роль знания таких характеристик реальных молекул как их геометрии, размера, распределения электронной плотности, энергии связей в понимании закономерностей изменения реакционной способности и других свойств веществ;
- проанализировать изменения свойств элементов и соединений внутри групп и рядов периодической системы с привлечением основных понятий термодинамики, кинетики, электрохимии.

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

Знать:

- теоретические основы неорганической химии (состав, строение и химические свойства основных простых веществ и химических соединений, связь строения вещества и протекания химических процессов);
- закономерности изменения свойств простых веществ и соединений внутри групп и рядов периодической системы;
- методы и способы синтеза неорганических веществ;
- сущность современных физических и физико-химических методов исследования, применяемых в неорганической химии, а также основные задачи, которые этими методами решаются.

Владеть:

- методами и способами синтеза неорганических веществ;
- навыками описания свойств веществ на основе закономерностей, вытекающих из периодического закона и Периодической системы элементов.

Уметь:

- проводить эксперименты по синтезу и исследованию неорганических соединений;
- интерпретировать результаты химического эксперимента;
- решать расчетные задачи по данной дисциплине.

Быть способным:

- использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области неорганической химии;
- в условиях развития науки и техники к критической переоценке накопленного опыта и творческому анализу своих возможностей;
- использовать полученные навыки работы для решения профессиональных и социальных задач.

Иметь представление:

- об основных химических, физических и технических аспектах химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат.

1,2 семестры, зачет, экзамен

Всего 620 часов, аудиторных 310

Краткое содержание

ВВЕДЕНИЕ. Химия как наука. Предмет химии. Атом. Молекула. Химический элемент. Изотопы. Атомно-молекулярное учение. Химический эквивалент.

ТЕМА 1. СТРОЕНИЕ АТОМА. Развитие представлений о строении атома. Теория Бора. Волновые свойства электрона в атоме. Вероятностная модель строения атома. Уравнение Шредингера. Волновая функция, радиальная и угловая составляющие волновой функции. Квантовые числа. Атомные орбитали s-, p-, d- и f-типа. Узловые плоскости, узловые поверхности, граничные поверхности атомных орбиталей. Энергия атомных орбиталей. Порядок заполнения электронами атомных орбиталей. Принцип Паули. Правила Хунда. Энергетическая последовательность атомных орбиталей (правило Клечковского). Характеристика атома: орбитальный радиус, энергия ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность. Термы атомов.

ТЕМА 2. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА. ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ. Периодический закон. Закон Мозли. Периодическая система химических элементов. Структура периодической системы и ее связь с электронной структурой атомов. Короткопериодная и длиннопериодная формы периодической системы. Вертикальные и горизонтальные аналогии в периодической системе. Диагональное сходство. Положение химического элемента в периодической системе как его главная характеристика. Периодичность в изменении электронных конфигураций атомов. Вторичная периодичность.

Периодичность свойств атомов. Радиусы атомов и ионов. Ковалентные, ван-дер-ваальсовы, металлические и ионные радиусы. Орбитальные и эффективные радиусы. Изменение атомных и ионных радиусов по периодам и группам. Эффекты d- и f-сжатия.

ТЕМА 3. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ. Основные параметры химической связи. Ионная связь. Ненаправленность и ненасыщаемость ионных связей. Ковалентная связь. Метод валентных связей. Обменный и донорно-акцепторный механизмы образования химической связи. Насыщаемость ковалентных связей. Валентность. Формальная степень окисления элемента в его соединениях. Концепция резонансных структур. Критерий прочности. σ -, π - и δ -Связи. Направленность валентных связей. Гибридизация атомных орбиталей. Условия устойчивости гибридизации. Теория отталкивания валентных электронных пар (ОЭПВО). Многоцентровые связи. Метод молекулярных орбиталей (МО ЛКАО). Связывающие и разрыхляющие орбитали. Строение двухатомных молекул, образованных атомами элементов I и II периодов с точки зрения метода МО. Кратность связи, энергия связи, магнитные свойства. Теория гипервалентных связей.

ТЕМА 4. ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ. Задачи химической термодинамики. Понятия: система, параметры состояния, обратимость химических изменений. Первый закон термодинамики. Теплота, работа и изменение энергии при химической реакции. Функция состояния. Закон Гесса, его использование для вычисления теплот реакций. Энтальпия, понятие о стандартном состоянии и стандартных теплотах образования. Вычисление теплот реакции по стандартным теплотам образования реагентов. Второй закон термодинамики. Энтропия с позиций термодинамики и молекулярной теории. Энтропия как функция состояния. Изменение энтропии при фазовых переходах. Стандартное изменение энтропии при химических реакциях. Свободная энергия Гиббса и Гельмгольца. Изменение энергии Гиббса и направление протекания реакции. Химический потенциал, его зависимость от концентрации. Константа химического равновесия. Термодинамический вывод закона действующих масс. Связь константы равновесия с величинами свободной энергии. Использование величин стандартных изменений энергии и энтропии при реакции для расчета констант равновесия.

ТЕМА 5. РАСТВОРЫ. Представление об истинных и коллоидных растворах. Процессы растворения. Способы выражения состава растворов. Насыщенные и ненасыщенные растворы. Осаждение труднорастворимых солей. Произведение растворимости.

Правило фаз Гиббса. Понятие о системе, компоненте, фазе, числе степеней свободы. Фазовая диаграмма воды. Понятие об идеальном растворе. Законы Рауля. Криоскопия и эбулиоскопия. Явление осмоса. Закон Вант-Гоффа.

Растворы электролитов. Изотонический коэффициент. Электролитическая диссоциация в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Константа и степень диссоциации слабого электролита. Закон разбавления Оствальда. Константы ионизации. Теория сильных электролитов. Кажущаяся степень диссоциации сильного электролита. Активность и коэффициент активности. Ионная сила раствора.

Ионное произведение воды. Водородный показатель.

Гидролиз солей. Константа и степень гидролиза.

Представление о современных теориях кислот и оснований. Протолитическая теория Бренстеда и Лоури. Понятие о кислотах и основаниях Льюиса. “Мягкие” и “жесткие” кислоты и основания.

ТЕМА 6. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ. Окислительно-восстановительные реакции. Степень окисления. Электрохимический ряд напряжений металлов. Константа равновесия окислительно-восстановительных реакций. Равновесие на границе металл - раствор. Электродные потенциалы. Окислительно-восстановительные потенциалы. Понятие о гальваническом элементе. Нормальный водородный электрод. Стандартный электродный потенциал системы. Уравнение Нернста. Направление реакции окисления-восстановления. Процессы электролиза. Законы Фарадея.

ТЕМА 7. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА. Классификация реакций в химической кинетике. Гомо- и гетерогенные реакции. Порядок и молекулярность реакции. Скорость гомогенной химической реакции. Закон действия масс. Константа скорости. Факторы, влияющие на скорость реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Представление о теории активных столкновений. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Химические реакции в гетерогенных системах.

ТЕМА 8. ОСНОВЫ ГЕОХИМИИ. Геохимия как наука. Роль русских ученых в развитии геохимии. Распространенность химических элементов в земной коре (Кларк). Основной закон геохимии (Гольдшмидт). Правило Менделеева, Оддо, Гаркинса, Ниггли-Зондера. Химический состав земного шара. Важнейшие минералы земной коры.

ТЕМА 9. НОМЕНКЛАТУРА ПРОСТЫХ ВЕЩЕСТВ И НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ.

ТЕМА 10. ВОДОРОД. КИСЛОРОД. Водород. Особенности электронного строения атома и ионов водорода. Проявляемая валентность. Изотопный состав водорода. Физические и химические свойства свободного водорода. Способы его получения. Соединения водорода с неметаллами и металлами. Водородная связь, её природа, прочность. Влияние водородных связей на свойства и строение водородсодержащих соединений. Вода как важнейшее соединение водорода. Условия протекания реакции синтеза воды и её механизм. Строение молекулы воды. Диаграмма состояния воды. Химические свойства воды. Проблема очистки воды. Пероксид водорода, его строение, свойства, способы получения, применение.

Кислород. Распространенность кислорода. Изотопный состав кислорода. Роль кислорода в биологических и минеральных процессах на Земле. Строение молекулы кислорода с точки зрения метода валентных связей и метода молекулярных орбиталей. Физические и химические свойства свободного кислорода. Способы получения свободного кислорода в лаборатории и технике. Важнейшие соединения кислорода с другими элементами. Классификация оксидов по химическим и физическим свойствам. Пероксиды и надпероксиды. Строение ионов O_2^- , O_2^{2-} и O_2^+ с точки зрения метода молекулярных орбиталей. Озон. Его строение, свойства, методы получения, применение. Озоныды, их получение, строение, свойства и перспективы применения.

ТЕМА 11. ЭЛЕМЕНТЫ 18 ГРУППЫ: БЛАГОРОДНЫЕ ГАЗЫ. Электронная конфигурация, величины радиусов и энергии ионизации атомов благородных газов. Получение, строение, свойства благородных газов: температура фазовых переходов, растворимость в воде, клатраты, взаимодействие со фтором. Синтез соединений благородных газов (Бартлетт). Строение, свойства фторидов ксенона XeF_2 , XeF_4 , XeF_6 (взаимодействие с водой, диспропорционирование, окислительно-восстановительные свойства). Кислородные соединения. Трехцентровая, четырехэлектронная связь во фторидах благородных газов. Применение благородных газов.

ТЕМА 12. ЭЛЕМЕНТЫ 17 ГРУППЫ: ФТОР, ХЛОР, БРОМ, ИОД. Общая характеристика элементов: электронная конфигурация, размер атомов, энергия ионизации и сродство к электрону, электроотрицательность атомов. Природные минералы.

Фтор. Способы получения и свойства фтора. Свойства и получение фтороводорода, строение растворов фтороводорода и гидрофторидов металлов. Травление стекла. Соединения фтора с металлами и неметаллами. Кислородные соединения фтора, их строение. Применение фтора и его соединений.

Хлор. Физические и химические свойства хлора. Хлороводород, свойства, получение. Соляная кислота и её свойства, применение. Лабораторные и технические способы получения. Кислородные соединения хлора. Оксиды хлора. Взаимодействие хлора с водой и щелочами. Свойства, способы получения и применение кислородных кислот хлора и их солей. Сопоставление термической устойчивости, кислотных и окислительных свойств кислородных кислот хлора различного состава. Применение хлора и его производных.

Бром. Свойства и получение брома. Соединения брома с металлами и неметаллами. Бромоводород и бромоводородная кислота. Оксиды брома. Бромная вода. Кислородосодержащие кислоты брома и их соли. Вторичная периодичность в изменении свойств элементов подгруппы галогенов. Применение брома и его соединений.

Иод. Свойства и получение иода. Соединения иода с металлами и неметаллами. Свойства, строение и способы получения иодоводорода. Оксиды иода. Иодная вода. Кислородосодержащие кислоты иода и их соли. Гидратные формы иодной кислоты. Практическое применение иода.

Сопоставление свойств галогенов и их производных. Закономерности в изменении строения молекул свободных галогенов и их влияние на физические свойства свободных элементов подгруппы. Изменение химической активности свободных галогенов в подгруппе. Порядок взаимного вытеснения галогенов из соединений. Изменение термической устойчивости, восстановительных и кислотных свойств галогеноводородов. Межгалогенные соединения.

ТЕМА 13. ЭЛЕМЕНТЫ 16 ГРУППЫ: СЕРА, СЕЛЕН, ТЕЛЛУР. Общая характеристика элементов подгруппы серы. Закономерности в изменении физических свойств простых веществ. Химические свойства простых веществ. Сера, селен, теллур в геосфере. Получение простых веществ из природных соединений. Применение халькогенов и их соединений.

Сера. Физические свойства свободной серы. Её аллотропные модификации. Диаграмма состояния серы. Получение, строение и свойства сероводорода. Сульфиды, гидросульфиды, полисульфиды. Полисульфаны. Сернистый газ, строение его молекулы, способы получения в лаборатории и технике, химические и физические свойства. Сернистая кислота, её строение, способы получения, окислительно-восстановительные свойства. Соли сернистой кислоты, их гидролиз, термическая устойчивость, окислительно-восстановительные свойства. Серный ангидрид, его строение. Физико-химические параметры процесса окисления сернистого газа в серный ангидрид. Серная кислота, её строение, физические и химические свойства. Основные принципы методов производства серной кислоты. Пиросерная кислота. Соли серной кислоты, их термическая устойчивость. Олеум. Оксохлориды серы. Тиосерная кислота. Тиосульфат натрия, способы получения, строение, свойства. Политионовые кислоты, их свойства, строение, получение, соли. Пероксокислоты серы и их соли. Строение, получение, свойства.

Селен. Теллур. Важнейшие кислородные и водородные соединения селена и теллура. Селениды и теллуриды, их роль в полупроводниковой технике. Сопоставление свойств и строения важнейших соединений серы, селена и теллура.

ТЕМА 14. ЭЛЕМЕНТЫ 15 ГРУППЫ: АЗОТ, ФОСФОР. Общая характеристика элементов. Степени окисления. Специфические свойства азота. Строение и свойства простых веществ. Основные природные соединения, принципы получения из них простых веществ. Роль соединений азота и фосфора в экологии и в биологических процессах.

Азот. Современные методы решения проблемы связывания атмосферного азота. Аммиак, его строение, способы получения и свойства. Свойства и применение жидкого аммиака. Водный раствор аммиака. Соли аммония, их получение, гидролиз, термическая устойчивость. Нитриды, амиды, аммиакаты. Другие водородные соединения азота - гидразин, гидроксилламин, азотистоводородная кислота и её соли. Получение, строение, свойства и применение этих соединений. Соединения азота с галогенами, их строение. Оксид азота (II). Способы получения в технике и в лаборатории, химические свойства. Оксид азота (IV), получение, строение, свойства. Димеризация оксида азота (IV). Оксид азота (I), строение, способы получения, свойства. Оксид азота (III), строение, получение, свойства. Азотистая кислота, способы получения, строение. Окислительное и восстановительное действие. Соли азотистой кислоты. Оксид азота (V), свойства, строение, способы получения. Азотная кислота. Физические и химические свойства. Строение нитрат-иона. Способы получения нитратов. Современные методы получения азотной кислоты. Азотные удобрения.

Фосфор. Диаграмма состояния фосфора. Соединения фосфора с водородом, их получение, свойства. Различия в строении и свойствах аммиака и фосфина, солей аммония и фосфония. Фосфины, получение и свойства, применение. Соединения фосфора с галогенами, их строение. Оксогалогениды фосфора. Оксид фосфора (V), строение его молекулы. Орто-, пиро- и метафосфорные кислоты, их соли. Строение фосфорных кислот и фосфатов. Гидролиз фосфатов, их термическая устойчивость. Фосфорные удобрения. Оксид фосфора (III), его строение, свойства, получение. Свойства и получение фосфористой кислоты, её структура, основность. Фосфорноватистая кислота, способы получения, строение, основность.

ТЕМА 15. ЭЛЕМЕНТЫ 14 ГРУППЫ: УГЛЕРОД, КРЕМНИЙ. Общая характеристика элементов. Характерные степени окисления. Особенности углерода. Кремний и германий - полупроводники.

Углерод. Модификации свободного углерода, особенности строения кристаллической решётки алмаза, графита, карбина, фуллерена. Карбиды металлов, их классификация. Применение карбидов металлов. Оксид углерода (IV), получение, строение, физические и химические свойства. Угольная кислота, её строение и свойства. Карбонаты, гидрокарбонаты, основные карбонаты. Оксид углерода (II). Химическая связь в молекуле с позиций теорий ВС и МО. Получение. Химические свойства. Применение. Строение и свойства дициана, циановодорода, родановодорода и их производных.

Кремний. Кристаллическая структура кремния. Свойства и получение свободного кремния. Соединения кремния с водородом, строение, способы получения. Различия в свойствах силанов и углеводородов. Силициды. Карборунд. Соединения кремния с галогенами. Кремнефтористоводородная кислота, её соли. Оксид кремния (IV), особенности строения его полиморфных модификаций. Отношение диоксида кремния к воде, кислотам, щелочам. Перевод в растворимое состояние. Кремниевые кислоты. Получение. Золи и гели кремниевых кислот. Силикагель как адсорбент. Силикаты, их гидролиз. Природные силикаты и алюмосиликаты - полевой шпат, слюда, асбест. Современные представления о строении силикатов.

ТЕМА 16. БОР. Строение, свойства и получение бора. Гидриды бора. Их состав. Диборан. Особенности химических связей в молекуле диборана. Устойчивость и реакционная способность гидридов бора. Гидридобораты. Оксид бора. Особенности строения. Свойства. Отношение к воде, щелочам. Орто-, мета-, полиборные кислоты. Их состав и строение. Мета- и полибораты. Бура, гидролиз. Галогениды бора. Строение молекул. Реакции присоединения. Гидролиз. Тетрафтороборная кислота. Фторобораты. Нитриды бора, их свойства. Боразол. Боразан. Получение бора из природных соединений. Применение бора и его соединений.

ТЕМА 17. ОСНОВЫ ХИМИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА. ПОЛЯРИЗАЦИЯ АТОМОВ И ИОНОВ. Химическая связь в твёрдых телах. Ионные, молекулярные и ковалентные кристалли-

ческие решётки. Строение металлов. Структура металлов. Металлическая связь. Понятие о зонной теории. Валентная зона и зона проводимости. Физические свойства металлов, полупроводников и диэлектриков с позиций зонной теории.

Понятие о дефектах кристаллических решёток. Вакансии и междуузельные частицы. Не-стехиометрические соединения на примере оксидов титана и железа.

Сплавы металлов. Классификация сплавов металлов по их физическим свойствам. Твёрдые растворы. Интерметаллические фазы. Простейшие диаграммы состояния.

Понятие о поляризации атомов и ионов. Зависимость поляризуемости и поляризующего действия катионов и анионов от размеров, заряда иона и строения электронной оболочки. Влияние поляризации на свойства веществ: температуры плавления солей, температуры разложения, оптические свойства. Изменение термической устойчивости нитратов, карбонатов, сульфатов, пероксидов и гидроксидов в ряду литий - цезий, бериллий - барий. Объяснение наблюдаемых закономерностей с позиции теории поляризации.

ТЕМА 18. АТОМНОЕ ЯДРО. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ РАДИОХИМИИ. Современные представления о строении атомных ядер. Изотопы и изобары. Элементы-одиночки и элементы-плеяды.

Открытие явления радиоактивности. Работы Марии Склодовской-Кюри и Пьера Кюри. Основной закон радиоактивного распада. Период полураспада и константа радиоактивного распада. Единицы радиоактивности. Типы радиоактивного распада: α -распад, β -распад, электронный захват, γ -распад, спонтанное деление. Правило сдвига. Радиоактивные семейства. Радиоактивное равновесие.

Открытие явления искусственной радиоактивности (Резерфорд, Ирэн и Фредерик Жолио-Кюри).

Понятие о методах получения и выделения искусственных радиоактивных изотопов (“деление” атомных ядер, виды ядерных реакций, ядерный реактор). Синтез трансурановых элементов. Практическое применение радиоактивных изотопов. Метод меченых атомов.

ТЕМА 19. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ. Основные понятия о комплексных (координационных) соединениях. Внутренняя и внешняя координационная сфера. Центральный атом и его координационное число. Лиганды. Константа устойчивости. Изомерия комплексных соединений.

Химическая связь в координационных соединениях. Метод валентных связей (МВС). Теория кристаллического поля (ТКП). Изменение энергии d - орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле лигандов. Энергия расщепления, энергия спаривания. Энергия стабилизации кристаллическим полем (ЭСКП). Спектрохимический ряд. Теория Яна-Теллера. Эффект трансвлияния. Метод молекулярных орбиталей (ММО). Энергетическая диаграмма молекулярных орбиталей октаэдрического комплекса.

Классификация и номенклатура комплексных соединений. Применение комплексных соединений.

ТЕМА 20. ЭЛЕМЕНТЫ 1 ГРУППЫ: ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ. Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергии ионизации атомов. Особое положение лития. Энергия кристаллической решётки, физические и химические свойства простых веществ. Особенности взаимодействия щелочных металлов с водой по ряду литий - цезий. Закономерности в строении и свойствах (термическая устойчивость, кислотно-основные свойства) основных типов соединений: оксидов, пероксидов, гидроксидов, карбонатов, галогенидов. Диагональное сходство литий - магний. Получение щелочных металлов из природных соединений. Применение щелочных металлов и их соединений.

ТЕМА 21. ЭЛЕМЕНТЫ 2 ГРУППЫ: БЕРИЛЛИЙ, МАГНИЙ, КАЛЬЦИЙ, СТРОНЦИЙ, БАРИЙ. Общая характеристика элементов. Строение атомов. Изменение по группе атомных радиусов и ионизационных потенциалов. Особенности бериллия. Получение простых веществ из природных соединений. Физические и химические свойства металлов. Отношение к неметаллам, воде, кислотам. Гидриды, структура, свойства, получение.

Соединения с кислородом. Оксиды. Пероксиды. Их структура. Сравнительная устойчивость, свойства. Отношение к воде, кислотам, щелочам. Гидроксиды. Получение. Строение. Кислотно-основные свойства. Соли. Кристаллогидраты. Соли бериллия в катионной и анионной формах. Комплексные соединения бериллия. Гидролиз солей бериллия и магния. Жёсткость воды и методы её устранения.

Диагональное сходство бериллий - алюминий. Применение бериллия, магния, щелочно-земельных элементов и их соединений.

ТЕМА 22. ЭЛЕМЕНТЫ 13 ГРУППЫ: АЛЮМИНИЙ, ГАЛЛИЙ, ИНДИЙ, ТАЛЛИЙ.

Общая характеристика элементов. Физические и химические свойства металлов ряда алюминий - таллий, изменение температур плавления и кипения. Химическая активность металлов. Отношение к кислороду, воде, кислотам, щелочам.

Нахождение в природе. Принципы получения металлов. Получение и применение алюминия. Гидриды. Гидрид алюминия. Особенности строения. Гидридоалюминаты. Свойства. Оксиды элементов (III). Их сравнительная устойчивость. Химические свойства, принципы получения. Оксид таллия (I). Гидроксиды элементов (III). Состав и особенности строения. Кислотно-основные свойства в ряду гидроксидов алюминия - таллия. Гидроксид таллия (I). Соли. Соли алюминия в катионной и анионной формах. Кристаллогидраты. Комплексные соединения. Двойные соли. Сравнительная характеристика солей элементов (III). Гидролиз. Соли таллия (I). Окислительно-восстановительные свойства соединений таллия (I) и таллия (III).

Изменение устойчивости соединений элементов в низких степенях окисления в подгруппе, а также в горизонтальном ряду Tl - Pb - Bi.

ТЕМА 23. ЭЛЕМЕНТЫ 14 ГРУППЫ: ГЕРМАНИЙ, ОЛОВО, СВИНЕЦ.

Общая характеристика элементов. Характерные степени окисления.

Германий. Свойства германия. Оксид германия (IV), германаты. Соединения германия (II). Сульфиды германия, тиосоли.

Олово. Свойства металлического олова. Оксид олова (IV). Оловянные кислоты, их строение. Станнаты, сульфид олова (IV), тиостаннаты. Комплексные соединения олова (IV). Оксид олова (II), гидрат оксида олова (II). Восстановительные свойства олова (II). Сульфид олова (II).

Свинец. Свойства металлического свинца. Оксид свинца (II). Гидрат оксида свинца (II), соли свинца (II). Пломбиты, их строение. Оксид свинца (IV). Сурик. Пломбаты. Галогениды свинца (IV). Принцип действия свинцовых аккумуляторов.

Природные соединения германия, олова, свинца; принципы получения простых веществ. Применение простых веществ и основных химических соединений.

ТЕМА 24. ЭЛЕМЕНТЫ 15 ГРУППЫ: МЫШЬЯК, СУРЬМА, ВИСМУТ. Общая характеристика элементов. Степени окисления. Строение и свойства простых веществ. Основные природные соединения, принципы получения из них простых веществ.

Мышьяк. Арсин, реакция Марша. Арсениды, их свойства и строение. Соединения мышьяка (III). Мышьяковистый ангидрид, мышьяковистая кислота, арсениты. Сульфиды и тиосоли мышьяка (III).

Соединения мышьяка (V). Мышьяковый ангидрид, мышьяковая кислота, арсенаты. Сульфид и тиосоли мышьяка (V).

Сурьма. Соединения сурьмы (III) и (V). Оксиды сурьмы. Сурьмянистая и сурьмяная кислоты, их строение. Антимониты и антимонаты. Сульфиды и тиосоли сурьмы. Галогениды сурьмы, их строение, гидролиз. Стибин, получение, свойства, строение. Антимониды.

Висмут. Оксид и гидроксид висмута (III). Соли висмута (III). Соединения висмута (V) - висмутовая кислота и её производные. Окислительные свойства производных висмута (V).

Применение простых веществ и их соединений.

ТЕМА 25. ЭЛЕМЕНТЫ 4 ГРУППЫ: ТИТАН, ЦИРКОНИЙ, ГАФНИЙ. Общая характеристика элементов.

Титан. Металлический титан, его получение из природного сырья, свойства, применение. Сплавы титана.

Состояние титана (IV) в водных растворах. Гидролиз галогенидов титана. Гидролиз титанатов. Процессы оляции и оксоляции (гидроксиды и основные соли титана). Комплексные соединения титана. Оксид титана (IV), свойства.

Соединения титана в низших степенях окисления. Свойства солей титана (III), состояние ионов титана (III) в водных растворах. Гидроксид титана (III). Производные титана (II).

Цирконий и гафний. Свойства и получение металлов. Свойства галогенидов, оксигалогенидов, оксидов, гидроксидов, комплексных соединений. Состояние ионов циркония (IV) и гафния (IV) в водных растворах. Современные методы разделения соединений циркония и гафния.

ТЕМА 26. ЭЛЕМЕНТЫ 5 ГРУППЫ: ВАНАДИЙ, НИОБИЙ, ТАНТАЛ. Общая характеристика элементов. Ванадий. Металлический ванадий, получение и применение. Природные соединения. Соединения ванадия в различных степенях окисления. Оксиды, гидраты оксидов, соли. Безводные галогениды. Состояние ионов ванадия (V), (IV), (III), (II) в водных растворах. Акваполисоединения ванадия, условия образования. Комплексные соединения ванадия.

Ниобий и тантал. Свойства, методы получения и применение металлов. Состояние ниобия (V) и тантала (V) в водных растворах. Ниобаты и танталаты, получение “сухим” путём и в водных растворах. Оксиды ниобия (V) и тантала (V). Галогениды. Методы разделения ниобия и тантала.

ТЕМА 27. ЭЛЕМЕНТЫ 6 ГРУППЫ: ХРОМ, МОЛИБДЕН, ВОЛЬФРАМ. Общая характеристика элементов. Хром. Минеральное сырьё хрома. Получение и свойства металлического хрома. Хромирование. Соединения хрома (II). Оксид хрома (II). Гидроксид, оксалат, хлорид хрома (II). Соединения хрома (III). Оксид, гидроксид, соли хрома (III). Комплексные соединения хрома (III), аммиакаты, квасцы. Хромиты, полученные в водных растворах и “сухим” путём. Оксид хрома (VI), хромовая кислота, получение, свойства. Соли хромовой кислоты. Окислительно-восстановительные свойства хрома (II, III, VI). Полихроматы.

Молибден. Вольфрам. Минералы молибдена и вольфрама. Металлический молибден и вольфрам как основа производства жаропрочных и сверхпрочных сплавов.

Оксиды и галогениды молибдена и вольфрама. Молибденовые и вольфрамовые кислоты. Состояние молибдена (VI) и вольфрама (VI) в водных растворах. Акваполи- и гетерополисоединения. Изополимолибдаты, изополивольфраматы.

Сульфиды, оксосульфиды, тиомолибдаты и тиовольфраматы.

Соединения молибдена и вольфрама в низших степенях окисления. Вольфрамовые бронзы. Молибденовая и вольфрамовая синь.

ТЕМА 28. ЭЛЕМЕНТЫ 7 ГРУППЫ: МАРГАНЕЦ, ТЕХНЕЦИЙ, РЕНИЙ. Общая характеристика элементов. Марганец. Природные соединения. Получение и свойства металлического марганца. Соединения марганца (II). Оксид, гидроксид и соли марганца (II), их получение и свойства. Соединения марганца (III). Гидроксид, соли марганца (III). Соединения марганца (IV). Оксид марганца (IV), его свойства и строение, нахождение в природе. Манганиты. Соединения марганца (VI) и (VII). Состояние марганца (VI) и (VII) в водном растворе. Марганцовистая и марганцовая кислоты. Манганаты и перманганаты. Окислительно-восстановительные реакции марганца (IV), (VI) и (VII). Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений марганца в различной степени окисления.

Технеций, рений. Общая характеристика технеция и рения. Методы получения технеция и рения, применение. Сравнение строения и свойств (термической устойчивости, кислотно-основных, окислительно-восстановительных) соединений Mn(VII) - Tc(VII) - Re(VII).

ТЕМА 29. ЭЛЕМЕНТЫ 9, 10 и 11 ГРУПП: ЖЕЛЕЗО, КОБАЛЬТ, НИКЕЛЬ, ПЛАТИНОВЫЕ МЕТАЛЛЫ. Общая характеристика элементов. Железо. Металлическое железо, его физические и химические свойства. Полиморфные модификации железа. Природные соединения железа. Соединения железа (II). Оксид и гидроксид железа (II). Соли железа (II), их гидролиз. Соль Мора, карбонат, гидрокарбонат железа (II). Комплексные соединения железа (II).

Ферроцен. Соединения железа (III). Оксид и смешанные оксиды железа. Соли железа (III), их гидролиз. Гидроксид железа (III). Получение ферритов “сухим” путём; их разрушение водой. Комплексные соединения железа (III). Окислительно-восстановительные реакции железа (II) и (III). Ферраты, их получение, свойства и строение. Карбонилы железа.

Кобальт. Природные соединения кобальта. Свойства металлического кобальта. Соединения кобальта (II). Оксид кобальта (II). Средние и основные соли кобальта (II). Комплексные хлориды и аммиакаты кобальта (II). Гидроксид кобальта (II). Соединения кобальта (III). Оксид кобальта (III). Стабилизация высшей степени окисления кобальта путём комплексообразования. Строение комплексных соединений кобальта. Карбонилы кобальта. Применение металлического кобальта и его соединений.

Никель. Природные соединения никеля. Получение, свойства и применение металлического никеля (никелирование, сплавы). Соединения никеля (II). Оксид, гидроксид и соли никеля (II). Комплексные соединения никеля. Карбонилы никеля.

Платиновые металлы. Физические и химические свойства платиновых металлов. Отношение к кислотам, щелочам, кислороду, водороду, воде, царской водке. Применение платины.

Соединения элементов семейства платиновых. Оксиды рутения (IV, VI). Рутенаты. Оксиды осмия (VI, VIII). Осматы. Оксиды и гидроксиды родия и иридия (III). Оксид и гидроксид палладия (II). Соли палладия (II). Оксиды и гидроксиды платины (II, IV). Комплексные соединения платины. Катионные, анионные и нейтральные комплексы платины (II, IV). Амино- и цианоккомплексы. Гексахлороплатиновая кислота и её соли.

ТЕМА 30. ЭЛЕМЕНТЫ 11 ГРУППЫ: МЕДЬ, СЕРЕБРО, ЗОЛОТО. Общая характеристика элементов. Медь. Металлическая медь, её получение, свойства, применение. Соединения меди (I) и (II). Оксиды меди. Гидроксид меди (II). Соли меди, их гидролиз. Галогениды. Комплексные соединения меди (I) и меди (II).

Серебро. Металлическое серебро. Оксид и гидроксид серебра (I). Галогениды. Соли. Комплексные соединения. Растворение малорастворимых солей за счёт комплексообразования.

Золото. Металлическое золото, его получение, свойства и применение. Соединения золота (III) и золота (I). Оксид и гидроксид золота (III). Комплексные соединения золота. Тетрахлорозолотая кислота и её соли. Практическое использование меди, серебра, золота и их соединений. Принципы переработки основных минералов меди, серебра, золота.

ТЕМА 31. ЭЛЕМЕНТЫ 12 ГРУППЫ: ЦИНК, КАДМИЙ, РТУТЬ. Общая характеристика элементов. Распространённость элементов, основные минералы.

Цинк. Металлический цинк, его получение, свойства и применение. Оксид и гидроксид цинка. Соли цинка, их гидролиз. Комплексные соединения цинка. Применение цинка и его соединений.

Кадмий. Металлический кадмий, его получение, свойства и применение. Оксид и гидроксид кадмия. Комплексные соединения кадмия.

Ртуть. Получение металлической ртути. Амальгамы. Свойства и применение металлической ртути. Соединения ртути (II). Оксид ртути (II). Соли ртути (II), их гидролиз. Сульфид ртути. Амидные и комплексные соединения ртути. Соединения ртути (I). Строение производных ртути (I), их свойства. Применение соединений ртути.

ТЕМА 32. ЭЛЕМЕНТЫ ПОДГРУППЫ СКАНДИЯ (ЭЛЕМЕНТЫ 3 ГРУППЫ), ЛАНТАНИДЫ. Сравнение атомов элементов подгруппы скандия и галлия: электронная конфигурация, радиусы, энергии ионизации, характерные степени окисления и координационные числа атомов. Лантанидное сжатие. Сравнение физических свойств простых веществ подгруппы скандия, галлия и щелочноземельных металлов: энергий атомизации, температур плавления, оптических и магнитных свойств.

Химические свойства элементов подгруппы скандия и лантанидов. Характерные степени окисления. Закономерности в строении и свойствах оксидов, гидроксидов. Комплексные соединения: координационные числа, координационные полиэдры, устойчивость. Использование комплексных соединений для разделения (экстракция, ионный обмен) редкоземельных элементов (РЗЭ). Применение РЗЭ.

ТЕМА 33. АКТИНИЙ И АКТИНИДЫ. Закономерности в изменении электронной конфигурации, величин радиусов, энергии ионизации, характерных степеней окисления, координационных чисел лантанидов и актинидов. Подгруппы тория и берклия. Получение, физические и химические (взаимодействие с кислотами, щелочами, неметаллами) свойства простых веществ. Строение и свойства соединений актинил-ионов MO_2^{2+} ($M = U, Np, Pu$). Сопоставление соединений актинидов со степенью окисления +6 с однокатионными соединениями хрома, молибдена, вольфрама. Получение соединений U(VI) и сопоставление их свойств с однокатионными соединениями элементов 6 группы. Использование актинидов в ядерной энергетике. Синтез трансураниевых элементов.

ТЕМА 34. ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРИНЦИПАХ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОСТЫХ ВЕЩЕСТВ, О МЕТОДАХ РАЗДЕЛЕНИЯ, ОЧИСТКИ И АНАЛИЗА ВЕЩЕСТВ. Принципы получения простых веществ - металлов и неметаллов - из природных соединений. Физико-химический анализ как метод исследования сложных взаимодействующих систем. Работы Н.С.Курнакова.

Физические и химические методы разделения, очистки и анализа веществ. Стандарты чистоты вещества.