



Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Принято
Ученым советом ФГБОУ ВО «ИГУ»
протокол № 7 от «26» 02 2016

Утверждаю
Ректор ФГБОУ ВО «ИГУ», профессор
А. В. Аргучинцев
02 2016 г.



ПРОГРАММА
вступительного испытания для поступающих на обучение по программам
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки: 04.06.01 – химические науки

Направленность подготовки (специальность):
Неорганическая химия

Иркутск, 2016

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Настоящая программа охватывает основополагающие разделы неорганической химии, ее теоретические основы (строение вещества, термодинамика и кинетика), химию элементов, свойства и методы синтеза основных классов неорганических соединений.

Программа разработана на основе базовой программы Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова.

1. ВВЕДЕНИЕ

Место общей химии в системе химических наук. Основные этапы развития науки. Философское значение основных химических понятий: атом, молекула, химическая реакция. Закон сохранения материи и энергии (Ломоносов). Энергия при химических превращениях. Основные стехиометрические законы химии. Атомно-молекулярная теория. Химическая атомистика.

2. СТРОЕНИЕ АТОМА

Развитие представлений о строении атома. Модель Томсона. Планетарная модель Резерфорда. Общая характеристика атомных спектров. Спектр атома водорода. Теория строения атома Н.Бора. Вклад Зеемана и Зоммерфельда в развитие теории Бора.

Двойственная природа микрообъектов. Соотношение де Бройля. Понятие о квантовой механике. Соотношение неопределенностей, принцип неопределенности Гейзенberга. Уравнение Шредингера. Волновая функция, ее физический смысл. Решение уравнения Шредингера для одномерного потенциального ящика. Дискретность энергии электрона. Понятие о трехмерном потенциальном ящике. Результаты решения уравнения Шредингера для атома водорода. Понятие о квантовых числах электрона в атоме, спин. Многоэлектронные атомы. Принцип Паули, правило Хунда. Емкость электронных оболочек. Электронные конфигурации атомов в их основных состояниях. Энергетические характеристики атомов (энергия ионизации, сродство к электрону и т.д.).

3. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ

Предыстория открытия закона (триады Деберейнера, спираль де Шанкурута, закон октав). Роль Менделеева и Мейера в открытии и развитии периодического закона. Закон Мозли. Современное состояние периодического закона. Периодическая система с точки зрения строения атома (радиусы атомов и ионов, энергия и потенциал ионизации, электроотрицательность, степень окисления). Электронные аналоги. Понятие о кайносимметрии. Перспективы развития периодической системы. Периодический закон как основа развития неорганической химии.

4. РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

Экспериментальные характеристики химической связи (длина связи, направленность, энергия связи и др.). Понятие о ионной связи. Направленность и ненасыщенность ионной связи. Теория и энергетика ионной связи.

Ковалентная связь. Природа ковалентной связи. Поляризация ковалентной связи. Полярная связь. Количественная оценка полярности связи. Дипольный момент. Электроотрицательность. Квантовомеханические методы описания химической связи. Метод валентных связей. Направленность и насыщенность ковалентной связи. Концепция гибридизации. Кратность связи. s- и p-связи. Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи. Метод молекулярных орбиталей. Связывающие, разрыхляющие и несвязывающие орбитали. Строение простейших двухатомных (гомоядерных и гетероядерных) молекул по методу MO-ЛКАО. Изоэлектронные системы. Парамагнетизм.

Межмолекулярное взаимодействие. Виды межмолекулярного взаимодействия. Ван-дер-ваальсовы силы: ориентационный, индукционный и дисперсионный эффекты. Водородная связь. Различия в физических свойствах веществ с различным типом химической связи.

5. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Общая характеристика комплексных соединений. Центральный атом. Лиганды. Координационное число. Внутренняя сфера. Внешняя сфера. Классификации комплексных соединений. Изомерия комплексных соединений. Номенклатура комплексных соединений. Теоретическое и прикладное значение комплексных соединений. Координационная теория Вернера как первая удачная попытка теоретического объяснения строения комплексных соединений. Успехи и ограничения теории Вернера. Метод валентных связей, теория кристаллического поля, теория поля лигандов и метод молекулярных орбиталей применительно к химической связи в комплексных соединениях.

6. ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ

Понятие о химической термодинамике. Первое начало термодинамики. Понятие о внутренней энергии. Теплота, работа и изменение энергии при химической реакции. Функции состояния. Энталпия, ее изменение в химическом процессе. Закон Гесса, его практическое значение. Понятие о стандартном состоянии. Энталпия образования. Энталпия сгорания. Энталпия реакции. Понятие об энтропии. Энтропия как функция состояния. Квантовомеханическая природа энтропии. Зависимость энтропии от температуры. Изменение энтропии при фазовых переходах. Стандартная энтропия. Стандартное изменение энтропии при химических реакциях. Второе начало термодинамики. Понятие о свободной энергии. Стандартный изобарно-изотермический потенциал и направление химических процессов. Энталпийный и энтропийный факторы и направление химических процессов. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца.

7. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ

Скорость химической реакции. Кинетический вывод закона действия масс. Реакции первого порядка. Кинетические кривые для исходных веществ и продуктов реакции. Методы расчета констант скорости реакции первого порядка из опытных данных. Влияние температуры на скорость реакции. Приближенное правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации, ее физический смысл, методы определения из опытных данных. Понятие о теории активных соударений и активном (переходном) комплексе. Энтропия активации. Сложные реакции - параллельные, последовательные, сопряженные, цепные. Молекулярность и порядок реакций. Влияние катализатора на константы скорости прямой и обратной реакций. Гомогенный и гетерогенный катализ. Механизм катализа. Селективность катализа. Ингибиторы. Каталитические яды. Химическое равновесие. Обратимость химических процессов. Константа химического равновесия. Зависимость положения равновесия от температуры, концентрации и давления. Связь константы химического равновесия с энергией Гиббса. Использование величин стандартных изменений энталпии и энтропии реакции для расчета констант равновесия. Принцип Ле Шателье.

8. РАСТВОРЫ

Растворы твердые, газообразные и жидкие (водные и неводные). Способы выражения концентрации. Идеальные и реальные растворы. Коллоидное состояние вещества. Коллоидные растворы. Золи и гели. Получение коллоидных растворов, их свойства. Роль коллоидных растворов в науке и практике. Растворы как фаза переменного состава. Растворы неэлектролитов. Давление насыщенного пара бинарных растворов. Кипение и отвердевание растворов. Законы Рауля. Явление осмоса. Закон Вант-Гоффа. Методы определения молекулярных масс растворенных веществ. Неподчинение растворов электролитов законам

Рауля и Вант-Гоффа. Изотонический коэффициент. Сильные и слабые электролиты. Равновесия в растворах слабых электролитов. Факторы, влияющие на степень электролитической диссоциации. Закон разведения Оствальда. Каждущаяся степень диссоциации. Понятие об активности и коэффициенте активности. Вода как важнейший растворитель. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Понятие об индикаторах. Буферные системы. Гидролиз и сольволиз солей. Факторы, влияющие на равновесие реакций гидролиза. Произведение растворимости. Условия образования и растворения плохо растворимых соединений. Теории кислот и оснований (ранние теории, теория Аррениуса, протонная, электронная, теория сольвосистем, теория Усновича, теория ЖМКО). Электрохимические свойства растворов. Окислительно-восстановительные свойства и реакции. Электродные потенциалы. Ряд напряжений и его термодинамическое обоснование. Окислительно-восстановительные потенциалы. Уравнение Нернста. Понятие о гальваническом элементе. Химические источники тока. Процессы электролиза.

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ НЕМЕТАЛЛОВ

ВВЕДЕНИЕ

Место неорганической химии в системе химических наук. Основные этапы развития неорганической химии. Перспективы развития и «точки роста».

1. ВОДОРОД. ВОДА. ПЕРОКСИД ВОДОРОДА

Водород - первый элемент периодической системы. Особенности строения атома водорода. Изотопы водорода - протий, дейтерий, тритий. Распространенность водорода, формы его нахождения в природе. Валентные состояния водорода. Размеры атомов и ионов. Молекулярный и атомарный водород, физические и химические свойства. Лабораторные и технические способы получения водорода. Применение водорода. Гидриды - соединения водорода с металлами и неметаллами. Растворимость водорода в металлах. Физические и химические свойства гидридов. Получение и применение гидридов.

Вода как важнейшее соединение водорода. Роль воды в биосфере и в геосфере. Строение молекулы воды. Ассоциация молекул воды за счет водородных связей. Аномальные свойства воды. Физические и химические свойства воды. Кристаллогидраты. Тяжелая вода, ее свойства.

Пероксид водорода. Строение и устойчивость молекулы. Способы получения и применение пероксида водорода. Окислительно-восстановительные свойства. Пероксикислоты (надкислоты) и их соли - строение, свойства и применение на примере любой пероксокислоты. Пероксиды металлов как производные пероксида водорода.

2. КИСЛОРОД

Положение кислорода в периодической системе. Строение атомного ядра и электронной оболочки атома кислорода. Распространенность кислорода. Строение молекулы. Парамагнетизм молекулярного кислорода. Физические и химические свойства молекулярного кислорода. Получение кислорода в лаборатории и в промышленности. Жидкий кислород. Применение кислорода. Важнейшие кислородные соединения - оксиды металлов и неметаллов, гидроксиды. Физические и химические свойства оксидов. Роль кислорода как самого распространенного элемента в биологических и минералообразующих процессах на Земле. Пероксиды и супероксиды (надперекиси), их получение и свойства. Строение ионов O_2^{2-} и O_2^- с позиций метода МО. Озон, его получение, свойства, применение для озонирования воды и воздуха, в качестве окислителя в синтезе. Озониды, их получение, свойства. Применение озонидов, пероксидов и супероксидов.

3. ГАЛОГЕНЫ

Положение галогенов в периодической системе. Строение атомов. Распространенность, важнейшие минералы. Размеры атомов, характерные валентные состояния. Изменение электроотрицательности и химической активности в ряду галогенов. Строение молекул галогенов. Межмолекулярные взаимодействия в ряду F-Cl-Br-I и агрегатное состояние галогенов. Химические свойства галогенов, взаимодействие с металлами и неметаллами. Солеобразные галогениды. Межгалогенные соединения. Порядок вытеснения галогенов из растворов их галогенидов. Лабораторные и промышленные способы получения галогенов (химические и электрохимические методы). Токсичность галогенов. Применение галогенов. Галогеноводороды, их получение, физические и химические свойства. Изменение силы галогенводородных кислот в ряду HF-HCl-HBr-HI. Соляная кислота как одна из важнейших минеральных кислот, ее свойства, получение и применение. Плавиковая кислота, особенности ее строения, применение. Кислородные соединения галогенов - оксиды и галогенсодержащие кислоты. Изменение устойчивости кислородных соединений галогенов в ряду Cl-Br-I. Реакции взаимодействия галогенов с водой. Хлорноватистая кислота, ее соли - гипохлориты. 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 силы кислот и окислительно-восстановительных свойств в ряду кислородсодержащих кислот. Оксиды хлора Cl_2O , ClO_3 и Cl_2O_7 , их устойчивость и окислительно-восстановительная активность. Кислородсодержащие кислоты брома, иода и их соли, состав, получение, свойства. Оксиды брома и иода. Неустойчивость кислородных кислот и оксидов брома. Амфотерность иодноватистой кислоты. Получение и свойства иодных кислот и их солей.

4. ПОДГРУППА СЕРЫ

Общая характеристика элементов подгруппы серы. Положение в периодической системе, строение атомов, распространенность, формы нахождения в природе. Характерные валентные состояния. Физические свойства свободной серы. Ее аллотропные и полиморфные модификации. Химические свойства серы. Соединения с металлами и неметаллами. Получение, строение и свойства сероводорода. Сульфиды, гидросульфиды, полисульфиды. Многосернистые водородные соединения. Сульфиды металлов как важнейшее минеральное сырье. Использование сульфидов металлов (халькогенидов) в технике. Кислородные соединения серы. Способы получения, строение и свойства оксида серы (IV). Сернистая кислота, ее строение, способы получения, окислительные и восстановительные свойства. Сульфиты и бисульфиты, их устойчивость, окислительно-восстановительные свойства. Хлористый тионил, тиосернистая и политионовые кислоты и их соли (строение, получение, свойства). Серноватистая кислота, тиосульфат натрия. Кислородные соединения серы (VI). Серный ангидрид, его строение, физические и химические свойства, получение из сернистого газа (условия). Серная кислота, ее строение, физические и химические свойства. Олеум. Сульфаты, бисульфаты, природные производные серной кислоты. Пиросерная кислота, пиросульфаты. Хлористый сульфурил и хлорсульфоновая кислота. Пероксадисерная кислота, пероксадисульфаты, их свойства.

Селен и теллур. Свойства свободных элементов. Важнейшие кислородные и водородные соединения селена и теллура. Селениды и теллуриды, их роль в технике. Кислородные соединения селена (IV) и теллура (IV) - оксиды и кислоты, их свойства. Кислородные соединения селена (VI) и теллура (VI) - оксиды и кислоты. Сопоставление свойств и строения важнейших соединений серы, селена и теллура.

5. АЗОТ

Строение атома. Распространенность и нахождение в природе. Строение молекулы азота (ВС и МО). Физические и химические свойства молекулярного азота. Лабораторные и промышленные способы получения азота. Применение свободного азота. Строение аммиака. Свойства и применение аммиака. Гидраты аммиака. Соли аммония, их получение и свойства. Аммиакаты. Нитриды и амиды как производные аммиака. Гидразин, состав и свойства. Азотистоводородная кислота и ее соли. Соединения азота с галогенами. Кислородные соединения азота. Многообразие кислородных соединений: оксиды различного состава, кислородсодержащие кислоты. Оксид азота (I): получение, физические и химические свойства, строение молекулы, применение. Оксид азота (II): строение молекулы, физические и химические свойства, лабораторные способы получения. Диоксид азота (оксид азота (IV)): строение молекулы, димеризация, получение, физические и химические свойства, взаимодействие с водой, применение. Азотистый ангидрид (оксид азота (III)): строение молекулы, физические и химические свойства, получение. Азотистая кислота: получение, строение, свойства. Окислительное и восстановительное действие азотистой кислоты. Нитриты, их получение и свойства. Азотный ангидрид (оксид азота (V)): получение, физические и химические свойства, строение молекулы. Азотная кислота: строение, взаимодействие с металлами и неметаллами, получение в лаборатории, применение. Нитраты, получение и свойства. Азотные удобрения.

6. ФОСФОР И ПОДГРУППА МЫШЬЯКА

Строение атома. Распространенность в природе, формы нахождения фосфора (фосфориты, апатиты). Валентные состояния. Аллотропные модификации фосфора. Строение белого и красного фосфора, их физические и химические свойства. Взаимодействие фосфора с металлами и неметаллами. Получение и применение фосфора. Гидриды фосфора. Способы получения фосфина. Соли фосфония. Сравнение свойств фосфина и аммиака. Фосфиры металлов (получение, свойства). Галогениды и оксигалогениды фосфора. Неорганические полимеры на основе фосфора. Кислородные соединения фосфора. Оксид фосфора (III): строение молекулы, свойства, способы получения. Фосфористая кислота: получение, устойчивость, окислительно-восстановительные и кислотно-основные свойства. Фосфиты. Фосфорноватистая кислота: строение, получение и свойства. Гипофосфиты. Фосфорноватая кислота, ее соли. Оксид фосфора (V): строение молекулы, получение, свойства. Получение и взаимные переходы ортомета- и пирофосфорной кислот. Строение и свойства фосфорных кислот и их солей. Гидролиз фосфатов. Полиметаfosфаты. Фосфорные удобрения.

Строение атомов подгруппы мышьяка - мышьяка, сурьмы и висмута. Распространенность, минералы. Получение простых веществ из природного сырья. Физические и химические свойства, применение. Валентные состояния. Важнейшие соединения мышьяка (III) и (V): мышьяковистый и мышьяковый ангидриды, мышьяковистая и мышьяковая кислоты, арсениты и арсенаты. Проявление амфотерных свойств у соединений мышьяка. Хлориды, сульфиды и тиосоли мышьяка (III) и (V). Оксиды сурьмы (III) и (V), сурьмянистая и сурьмянная кислоты, антимониты и антимонаты. Состояние соединений сурьмы в водных растворах. Галогениды сурьмы и их гидролиз. Сульфиды и тиосоли сурьмы. Важнейшие соединения висмута (III): оксид и гидроксид, соли и оксосоли, сульфид. Состояние висмута (III) в водных растворах. Соединения висмута (V) - висмутаты, их получение и свойства. Водородные соединения мышьяка, сурьмы и висмута: получение, свойства, строение, изменение устойчивости в ряду As-Sb-Bi. Арсениды, антимониды, висмутиды: получение, свойства. Применение соединений элементов подгруппы мышьяка.

7. УГЛЕРОД

Особенности строения атома, способность образовывать связи С-С различной кратности. Многообразие соединений углерода, его валентные формы. Нахождение углерода в природе. Кристаллическая структура алмаза и графита. Искусственные алмазы. Карбин. Применение алмазов, графита, сажи. Активированный уголь как поглотитель газов, паров, растворенных веществ. Химические свойства углерода. Соединения с металлами и неметаллами. Важнейшие карбиды: серы (сероуглерод), азота (циан), кремния (карборунд), металлов. Простые и комплексные цианиды. Цианамиды щелочных и щелочноземельных металлов. Роданистоводородная кислота и ее соли. Родан. Галогениды углерода - четыреххlorистый углерод, фторпроизводные углерода. Кислородные соединения углерода. Оксид углерода (II): строение молекулы, получение и свойства. Координационные соединения оксида углерода - карбонилы переходных металлов. Фосген. Применение оксида углерода. Диоксид углерода: получение, физические и химические свойства, строение молекулы, применение. Угольная кислота, ее строение и свойства. Карбонаты, бикарбонаты. Карбаминовая кислота. Получение, строение и применение карбамида (мочевины).

8. КРЕМНИЙ

Строение атома, распространенность. Роль кремния в построении земной коры. Основные минералы. Кристаллическая структура кремния. Получение, физические и химические свойства кремния. Кремний - полупроводник. Соединения кремния с металлами и неметаллами. Силициды. Соединения кремния с галогенами. Кремнефтористоводородная кислота, ее соли. Соединения кремния с водородом. Получение, строение, свойства и применение силанов. Различия в устойчивости углеводородов и силанов. Кислородные соединения кремния. Оксид кремния (II): получение и свойства. Диоксид кремния: особенности кристаллической структуры, полиморфных модификаций. Природные разновидности диоксида кремния. Кремниевые кислоты. Силикагель: получение, применение. Природные силикаты и алюмосиликаты. Искусственные силикаты - стекла, ситаллы. Силоксан, силиконы.

9. БОР

Строение атома, распространенность, нахождение в природе. Получение бора, его физические и химические свойства. Соединения бора с металлами и неметаллами. Нитриды бора - гексагональный и кубический (боразон), применение. Галогениды бора. Неорганические полимеры на основе соединений бора. Борфтористоводородная кислота, ее соли. Бороводороды, их состав, получение, свойства. Строение диборана. Боргидриды и бориды металлов. Кислородные соединения бора. Оксид бора. Борные кислоты, их соли. Получение, строение и гидролиз буры. Природные бораты. Сложные эфиры борной кислоты. Применение кислородных соединений бора.

10. ИНЕРТНЫЕ И БЛАГОРОДНЫЕ ГАЗЫ

Особенности электронного строения атомов. Нахождение в природе. Способы разделения. Физические свойства. Особые свойства гелия, квантовая жидкость. Открытие соединений благородных газов. Клатраты. Первое химическое соединение ксенона. Фториды ксенона. Природа связи в XeF . Триоксид ксенона, перксенат-ион, ксеноновая кислота. Химия криптона. Применение инертных и благородных газов и их соединений.

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ МЕТАЛЛОВ

1. МЕТАЛЛИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА. МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

Положение металлов в периодической системе. Общие свойства металлов и их обяснение с помощью теории электронного газа (классической и квантово-механической по Ферми-Дирацу). Принцип плотнейшей упаковки атомов в кристаллической решетке. Полиморфизм (аллотропия)

металлов. Общие сведения о полиморфизме и аллотропии неорганических веществ. Три основных типа кристаллических решеток металлов. Модель, обясняющая возникновение металлической связи (на примерах молекулы бензола, кристаллов графита, лития, бериллия). Представление о зонной теории кристаллов (сущность теоремы Блоха, представление о зонах Бриллюэна. К-вектор, валентная, запрещенная зона, зона проводимости). Общее значение зонной теории для химии твердого состояния вещества. Проводники, изоляторы, диэлектрики. Полуметаллы и современное представление об их природе (зонное строение кристаллов полуметаллов). Значение полуметаллов в развитии химии и физики твердого тела. Таммовское состояние электрона на поверхности твердого тела. Реконструкция поверхности.

Сплавы металлов и методы их изучения. Правило фаз. Фаза. Компонент. Число степеней свободы. Примеры применения правила фаз. Физико-химический анализ. Принципы непрерывности и соответствия (по Н.С.Курнакову). Кривые охлаждения. Типы диаграмм плавкости. Системы, не образующие химических соединений (с простой эвтектикой, твердые растворы с ограниченной и неограниченной взаимной растворимостью). Системы с образованием химических соединений.

Классификация элементов-металлов с точки зрения их электронного строения. Переходные элементы (определение, особенности свойств). Соединения переходных элементов со связью металл-металл (кластеры).

Коррозия металлов. Металлы как основа индустрии. Значение металлов в народном хозяйстве и обороне страны. Ряд напряжений металлов и его термодинамическое обоснование. Диагональное сходство элементов. Геохимические «звезды» А.Е.Ферсмана. Металлы жизни.

2. ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ. ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ХИМИИ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

Формы нахождения в природе. Минералы. Методы получения простых веществ, их свойства. Кислородные соединения (оксиды, пероксиды, надпероксиды, озониды). Зависимость устойчивости отдельных кислородных соединений от размеров ионов металлов. Область термодинамической устойчивости соединений щелочных металлов.

ЛИТИЙ. Особенности строения атома и иона лития и связанные с этим аномальные свойства соединений лития: термическая нестабильность его солей, аномальная растворимость (хлорид, фосфат). Взаимодействие с азотом. Гидрид лития. Склонность солей лития к гидратации. Литий - комплексообразователь. Сходство некоторых соединений лития и магния.

НАТРИЙ. Сущность методов получения едкого натра. Кристаллогидраты сульфата и карбоната натрия, тектогидраты. Нитрат натрия. Галогениды натрия. Гидрид натрия.

КАЛИЙ. Способы получения едкого кали. Калийная селитра. Калийные удобрения. Малорастворимые соли калия. Натрий и калий - металлы жизни.

РУБИДИЙ И ЦЕЗИЙ. Рубидий и цезий - редкие щелочные металлы. Применение рубидия и цезия.

Новые области применения щелочных металлов и их соединений.

3. БЕРИЛЛИЙ. МАГНИЙ. ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ.

Общая характеристика свойств элементов. Минералы. Область термодинамической устойчивости соединений бериллия, магния и щелочноземельных элементов (металлов).

БЕРИЛЛИЙ. Металлический бериллий и его свойства. Гидроксид бериллия, соли бериллия и бериллаты. Комплексные соединения бериллия, особенности их строения. Электронодефицитные молекулы. Применение бериллия.

МАГНИЙ. свойства металлического магния. Сплавы магния, их значение. Оксид и гидроксид магния. Фосфат магния. Гидролиз растворимых солей магния. Магнезиальный цемент. Применение магния и его соединений.

ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ. Свойства металлического кальция. Оксид и гидроксид кальция, гидрид и нитрид кальция. Содержание солей кальция в речной и морской воде. Жесткость воды (временная и постоянная), градусы жесткости. Современные методы очистки воды (ионный обмен). Плохорастворимые соли кальция - карбонат, оксалат, сульфат. Гипс, его свойства. Производство цемента. Основные черты химии стронция, бария и радия. Свойства металлов и их соединений. Применение стронция, бария, радия и их соединений.

4. АЛЮМИНИЙ

Минералы алюминия: боксит, нефелин и др. Сущность процессов переработки боксита на оксид алюминия, принципы производства металлического алюминия. Сплавы алюминия. Корунд. Искусственные рубины. Алюминаты. Алюмотермия. Оксид алюминия. Соли алюминия, их гидролиз Гидроксид алюминия. Строение гидроксидов. Полимеризация за счет процессов оляции и оксолятации. Комплексные соединения алюминия. Криолит. Квасцы. Безводные и гидратированные галогениды алюминия. Гидрид алюминия, алюмагидрид лития. Субсоединения алюминия. Реакции контрдиспропорционирования. Получение сверхчистого алюминия из субсоединений.

5. ПОДГРУППА ГАЛЛИЯ

Общая характеристика элементов подгруппы. История открытия галлия (экаалюминия), предсказание свойств галлия Д.И.Менделеевым. Периодический закон Д.И.Менделеева - основа дальнейшего развития неорганической химии. Нахождение галлия, индия и таллия в природе. Сущность процессов выделения галлия, индия и таллия из руд. Сущность методов получения металлов. Восстановление галлия галламой алюминия в щелочных растворах. Галлий, индий, таллий - рассеянные элементы. Металлический галлий, его физические и химические свойства. Природа низкой температуры плавления и высокой температуры кипения галлия. Соединения галлия(+3) и галлия(+1). Оксиды галлия. Гидроксид галлия(+3). Соли галлия и их гидролиз. Галлаты.

Металлический индий. Применение сплавов индия. Соединения индия в различных степенях окисления. Гидроксид индия(+3). Соли индия(+3), их гидролиз.

Металлический таллий. Соединения таллия (+1) и (+3), особенности их свойств. Особенности химии таллия. Устойчивая степень окисления. Представления об инертной паре валентных s-электронов и природе этого явления.

Применение соединений галлия, индия и таллия в полупроводниковой технике и других областях.

6. ПОДГРУППА ГЕРМАНИЯ

Общая характеристика элементов подгруппы. Нахождение в природе. Получение простых веществ. История открытия германия (эка-силиция). Германий как важный полупроводниковый материал. Свойства германия. Соединения германия(+4). Диоксид германия, германаты. Тетрахлорид германия. Гидриды. Соединения германия(+2).

Свойства а-, б- и г-олова. а-Олово - «бесцелевой» полупроводник. Природа «крика» олова. Сплавы олова. Соединения олова(+4). Оксид олова. Оловянные кислоты, их строение. Стannаты, тиостаннаты, сульфиды олова(+4). Хлорное олово. Комплексные соединения олова(+4). Соединения олова(+2). Восстановительные свойства соединений олова(+2). Применение олова и его соединений.

Свойства металлического свинца. Сплавы свинца. Соединения свинца(+2). Оксид и гидроксид свинца. Плюмбаты, их строение. Комплексные соединения свинца(+4). Принципы переработки сернистых свинцовых руд. Применение металлического свинца и его соединений.

7. ПОДГРУППА МЕДИ

Общая характеристика элементов подгруппы.

Природные соединения меди. Сущность процессов извлечения меди из руд и получения меди. Свойства металлической меди, ее сплавов. Соединения меди(+1). Соединения меди(+2). Соли меди(+2), строение кристаллогидратов с нечетным количеством молекул воды. Комплексные соединения. Практическое использование меди и ее соединений.

Основы получения и свойства металлического серебра. Сплавы серебра. Процесс серебрения. Понятие о процессе фотографирования. Свойства важнейших соединений серебра. Комплексные соединения серебра, их свойства, строение и практическое использование.

Самородное золото, золотосодержащие руды. Принципы извлечения золота из руд. Свойства металлического золота. Процесс растворения металлического золота в растворах цианистых солей. Причина изменения окислительно-восстановительного состояния системы Au /Au при образовании растворимого комплексного аниона $[Au(CN)_2]^-$. Выделение золота из цианистых растворов методом цементации. Оксиды и гидраты золота. Золотохлористоводородная кислота. Аураты. Соли и комплексные соединения золота. Применение золота и его соединений. Сусальное золото. Понятие о пробирном анализе.

8. ПОДГРУППА ЦИНКА

Общая характеристика элементов подгруппы цинка.

Нахождение цинка в природе. Сущность процессов извлечения цинка из руд. Свойства металлического цинка, сплавы цинка. Оксид и гидроксид цинка. Состояние ионов цинка в водных растворах и неводных аммиачных растворах. Соли цинка и цинкаты. Цинк как комплексообразователь. Применение цинка и его соединений.

Природные соединения кадмия, извлечение кадмия из отходов цинкового производства. Кадмий и его сплавы. Оксид и гидроксид кадмия. Соли кадмия. Важнейшие комплексные соединения. Связь металла-металл в соединениях кадмия(+1). Применение металлического кадмия и его соединений.

Нахождение ртути в природе. Получение ртути. Свойства металлической ртути. Амальгамы. Причина низкой химической активности ртути. Особенности конфигурации $(n-1)d^{10}ns^2$. Роль инертной пары валентных s-электронов. Соединения ртути(+2). Оксид ртути. Сулема. Киноварь. Комплексные соединения ртути. Производные ртути(+1), их строение и свойства. Связь металлов в соединениях ртути(+1). Доказательства существования этой связи. Каломель. Особые свойства моноокристаллов каломели. Применение ртути и ее соединений.

9. РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (скандий, иттрий, лантан, лантаноиды)

Общая характеристика свойств элементов подгруппы скандия (скандий, иттрий, лантан, лантаноиды, актиний). Минералы редкоземельных элементов. Методы получения металлов и их свойства.

Особенности химии скандия. Соединения скандия, иттрия, лантана, актиния. Основные черты химии актиния. Строение электронных оболочек атомов лантаноидов. Физические и химические свойства лантаноидов. Соединения лантаноидов в аномальных степенях окисления. Монотонное изменение свойств и внутренняя периодичность свойств простых веществ и химических соединений в семействе лантаноидов. Оксиды, гидроксиды, соли. Комплексные соединения, двойные соли. Влияние лантаноидного сжатия на устойчивость комплексных соединений. Разделение смесей редкоземельных элементов методом фракционного осаждения. Экстракционное и хроматографическое разделение смесей лантаноидов. Использование соединений редкоземельных элементов в новой технике.

10. ПОДГРУППА ТИТАНА

Общая характеристика элементов подгруппы титана.

Нахождение титана в природе. Сущность получения титана из минерального сырья. Металлический титан, свойства, применение. Сплавы титана. Формы нахождения титана(+4) в

водных растворах. Гидролиз галогенидов титана. Титанаты. Гидролиз титанатов. Процессы старения соединений титана. Процессы оляции и оксолиации. Гидроксиды и основные соли титана. Комплексные соединения титана. Диоксид титана и его применение. Соединения титана в низших степенях окисления. Монооксид титана.

Минеральное сырье циркония и гафния. Принципы получения металлов. Свойства ионов циркония(+4) и гафния(+4) в водных растворах. Гидроксиды циркония (α -, β -, γ -). Современные методы разделения циркония и гафния. Фторцирконаты и фторгифнаты. Применение циркония, гафния и их соединений.

Характеристика химических свойств курчатовия. Сущность методов синтеза и идентификации курчатовия.

11. ПОДГРУППА ХРОМА

Общая характеристика элементов подгруппы хрома.

Минеральное сырье хрома. Принципы переработки хромистого железняка. Свойства металлического хрома. Сплавы хрома. Важнейшие соединения хрома(+3). Комплексные соединения хрома(+3), аммиакаты, квасцы. Хромиты. Соединения хрома(+6) и их свойства.

Минералы молибдена и вольфрама. Методы получения металлов. Молибден и вольфрам как основа производства жаропрочных и твердых сплавов. Химические соединения молибдена и вольфрама. Оксиды и галогениды молибдена и вольфрама. Молибденовые и вольфрамовые кислоты. Состояние молибдена(+6) и вольфрама(+6) в водных растворах. Гетерополисоединения. Изополисоединения. Карбиды. Соединения молибдена и вольфрама в низших степенях окисления. Вольфрамовые бронзы. Молибденовая и вольфрамовая синь.

12. ПОДГРУППА ВАНАДИЯ

Общая характеристика элементов подгруппы ванадия.

Нахождение ванадия в природе. Способы извлечения ванадия из руд и получения металлического ванадия. Свойства металлического ванадия. Сплавы ванадия. Соединения ванадия в различных степенях окисления. Состояние ионов ванадия (+5) в кислых и щелочных водных растворах.

Минералы ниobia и тантала. Принципы получения и свойства металлов. Состояние ионов ниobia(+5) и тантала(+5) в кислых и щелочных растворах. Оксиды и гидроксиды, соли, комплексные соединения. Ниобаты и танталаты. Методы разделения ниobia и тантала.

Применение ниobia, ванадия и тантала и их соединений. Nb_3Sn - сверхпроводящее металлическое соединение (сплав). Сущность и значение явления сверхпроводимости для развития новейшей техники.

13. МАРГАНЕЦ, ЖЕЛЕЗО, КОБАЛЬТ, НИКЕЛЬ

Общая характеристика элементов. Природные соединения. Принципы получения металлов. Оксиды, гидроксиды, галогениды и другие соединения.

14. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблемы и перспективы развития неорганической химии. Задачи синтеза новых неорганических соединений с заданными свойствами (полупроводники, тугоплавкие и сверхпроводящие сплавы, кластеры и т.д.). Физико-химические методы исследования неорганических соединений. Проблема получения веществ сверхвысокой чистоты. Бионеорганическая химия. Перспективы использования всех известных элементов в науке и технике.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Тoub, М. Механизмы неорганических реакций [Электронный ресурс] / М. Тoub, Дж Берджесс. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 678 с. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-0975-7.
2. Румянцев, Б. В. Окислительно-восстановительные процессы [Электронный ресурс] / Б. В. Румянцев. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 285 с. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-1467-6, 978-5-9963-1466-9.
3. Левицкий, М. М. Добро пожаловать в химию! [Электронный ресурс] / М. М. Левицкий. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2014. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2347-0.
4. Димова Л.М., Кащевский А.В., Сафонов А.Ю., Стальмакова В.А. Металлическое состояние вещества (методические указания).- Иркутск: Изд.ИГУ, 2010. 44 с.
5. Угай Я.А. Общая химия/ Издание 2-е, переработанное и дополненное.- М.: Высшая школа, 1984.- 440 с.
6. Угай Я.А. Неорганическая химия.- М.: Высшая школа, 1989.- 463 с.
7. Степин Б.Д., Цветков А.А. Неорганическая химия.- М.: Высшая школа, 1994.- 608 с.
8. Общая химия/ Под редакцией Е.М.Соколовской и Л.С.Гузя. 3-е издание, переработанное и дополненное.- М.: Изд-во Московского университета, 1989.- 640 с.
9. Хьюи Дж. Неорганическая химия. Строение вещества и реакционная способность.- М.: Химия, 1987.- 696 с.
10. Литин Р.А., Аликберова Л.Ю., Логинова Г.П. Неорганическая химия в вопросах.- М.: Химия, 1991.- 256 с.
11. Черняк А.С., Ясько Т.Н. Избранные главы неорганической химии.- Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 1988.- 232 с.