

Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина»
(ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина»)

Программа
вступительного испытания для поступающих на обучение
по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по
специальной дисциплине

Направление 04.06.01 «Химические науки»
Направленность 02.00.01 «Неорганическая химия»

Сыктывкар 2021

Пояснительная записка

Программа вступительного испытания составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки» направленность 02.00.01 «Неорганическая химия» (уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Целью вступительного испытания является проверка уровня профессиональной компетентности и готовности будущих аспирантов к поступлению в аспирантуру, владения теоретической базой.

Задачи вступительного испытания по неорганической химии состоят в определении:

- готовности абитуриента продемонстрировать наличие общепрофессиональных умений;
- способности генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач;
- способности проектировать и осуществлять комплексные исследования на основе целостного системного научного мировоззрения;
- способности планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;
- уровня сформированности профессиональных компетенций, соответствующих основным видам профессиональной деятельности.

Поступающий в аспирантуру должен иметь диплом о высшем образовании магистра или специалиста, желательно, соответствующий выбранному направлению подготовки. При поступлении принимается письменное вступительное испытание - реферат по общей и прикладной неорганической химии. Вступительное испытание может быть проведено как в очной, так и дистанционной форме с использованием информационно-коммуникационных технологий и электронных образовательных систем.

Содержание программы

Раздел I. Физико-химические основы неорганической химии.

I. Введение

Предмет неорганической химии, её место среди других естественнонаучных дисциплин. Формы существования материи. Масса и энергия. Законы сохранения массы и энергии. Уровни организации вещества.

II. Атомно-молекулярное учение

Основные понятия химии. Атом. Молекула. Химический элемент. Простое и сложное вещество. Понятие об эквиваленте.

Стехиометрические законы, их современная формулировка. Применимость стехиометрических законов к веществам с молекулярной и немолекулярной структурой.

Нестехиометрические соединения (оксиды, сульфиды, нитриды металлов, интерметаллические соединения). Закон Авогадро.

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

Жидкие системы. Растворы. Концентрация растворов и способы ее выражения. Состояние вещества в растворе.

Твёрдые системы. Кристаллы. Аморфные тела и стекла. Понятие о кристаллической решетке. Твердые растворы. Нестехиометрические соединения.

III. Строение атома

Развитие представлений о строении атома. Изотопы. Изобары. Изотоны. Основные свойства атомных ядер (масса, заряд, спин и др.). Условия устойчивости атомных ядер. Радиоактивные элементы. Виды радиоактивности. Основной закон радиоактивных превращений. Период

полураспада. Правило сдвига. Радиоактивное равновесие. Радиоактивные ряды. Типы ядерных реакций.

Спектр атома водорода. Современные представления о строении атома. Двойственная природа электрона. Уравнение Де-Бройля. Принцип неопределенности. Волновое уравнение. Волновая функция. Понятие об электронной орбитали, электронном облаке. Угловое и радиальное распределение волновой функции электронной плотности атома водорода. Квантовые числа как характеристика состояния электрона в атоме. Принцип Паули и емкость электронных оболочек. Правило Хунда. Правило Клечковского. Порядок заполнения квантовых состояний в многоэлектронных атомах. Строение электронных оболочек атомов элементов. Понятие об эффективном заряде ядра атома. Экранирование заряда ядра электронами.

IV. Периодический закон Д.И. Менделеева.

Периодическая система. Периодичность свойств элементов

Периодический закон. Периодическая система. Взаимосвязь между электронным строением атомов элементов и их положением в Периодической системе. Главные и побочные подгруппы. Периоды. Границы Периодической системы. Различные формы таблиц Периодической системы. Периодические и непериодические свойства элементов.

Эффективные радиусы атомов и ионов (ковалентные, ионные, металлические, ван-дер-ваальсовы радиусы). Орбитальные радиусы. Изменение эффективных и орбитальных радиусов элементов в периодах и группах. Эффекты d- и f-сжатия.

Потенциал ионизации. Сродство к электрону. Изменение $E_{\text{ион}}$ и $E_{\text{сродст}}$ в группах и периодах. Понятие об электроотрицательности элементов. Различная трактовка электроотрицательности. Шкала Полинга. Изменение электроотрицательности элементов в группах и периодах.

Периодичность свойств простых веществ, химических соединений. Изменение в группах и периодах форм химических соединений, кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов, химической активности металлов и неметаллов. Внутренняя и вторичная периодичность.

V. Химическая связь

Основные параметры химической связи. (Энергия связи, длина связи, угол связи). Основные типы химической связи (ковалентная, ионная, металлическая, водородная. Межмолекулярные взаимодействия. Дипольный момент как мера полярности связи. Дипольный момент многоатомной молекулы. Факторы, определяющие величину дипольного момента молекулы.

Основные положения теории валентных связей (ВС). Обменный и донорно-акцепторный механизм образования связи. Понятие валентности в современной химии. Понятие валентности с позиций ВС. Постоянная и переменная валентность. Валентность и степень окисления атомов, элементов в их соединениях. Координационное число химически связанного атома как характеристика, дополняющая валентность. Понятие о валентной и координационной насыщенности. Структурные формулы как отражение положений ВС. Одиночные и кратные связи. σ -, π -, δ -связи. Концепция гибридизации атомных орбиталей и пространственное строение молекул и ионов. Распределение электронной плотности гибридных орбиталей. Типы гибридизации: $sp, sp^2, sp^3, sp^3d, sp^3d^2$. Гибридизация с участием неподеленных электронных пар. Пространственная конфигурация молекул и ионов типа $AХ, АХ_2, АХ_3, АХ_4, АХ_5, АХ_6$. Влияние отталкивания электронных пар на пространственную конфигурацию молекул. Локализованные и делокализованные связи. Трех- и многоцентровые связи. Делокализация π -электронной плотности в молекулах графита, бензола, ионах кислородсодержащих неорганических кислот. Пространственная конфигурация молекул и ионов кислородсодержащих неорганических кислот.

Теория молекулярных орбиталей (МО). Основные положения теории молекулярных орбиталей. Энергетические диаграммы МО двухатомных молекул 2 периода. Связывающие и разрыхляющие орбитали σ - и π - типов. Относительная устойчивость двухатомных молекул и соответствующих молекулярных ионов. Принцип изоэлектронности. Сравнение теорий ВС и МО.

Химическая связь в конденсированном состоянии. Различия физических свойств веществ с ионной, полярной, ковалентной и ван-дер-ваальсовой связью в кристаллах. Поляризуемость атомов и ионов. Зависимость поляризуемости и поляризующего действия катионов и анионов от размеров иона, заряда его и строения электронной оболочки.

Водородная связь. Природа водородной связи, ее количественные характеристики. Меж- и внутримолекулярная водородная связь. Водородная связь между молекулами фтороводорода, воды, аммиака.

Силы Ван-дер-Ваальса. Ориентационное, индукционное и дисперсионное взаимодействия. Факторы, определяющие энергию межмолекулярного взаимодействия. Особенности физических свойств молекулярных кристаллов в сравнении с ионными и атомными кристаллами. Соединения включения. Клатраты.

Основные понятия о строении твердого тела. Понятие об элементарной ячейке, кристаллической решетке в реальных кристаллах. Основные типы атомных дефектов в кристалле. Ионный, атомный, молекулярный тип кристаллической структуры.

Понятие о зонной теории. Зона проводимости, валентная зона, запрещенная зона. Зонная структура диэлектриков, полупроводников, металлов. Температурная зависимость проводимости полупроводников и металлов.

VI. Основы химической термодинамики

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

Химическая система (открытая, закрытая, изолированная). Фаза. Гомогенная и гетерогенная система. Компонент. Внутренняя энергия системы и ее изменение в ходе химических превращений. Понятие об энтальпии. I закон термодинамики. Соотношение энтальпии и внутренней энергии. Изменение энтальпии в ходе химического превращения. Стандартные энтальпии образования и сгорания веществ. Закон Гесса. Влияние температуры на величину изменения энтальпии реакции. Теплоемкость, Уравнение Кирхгофа. Изменение энтальпии и направление протекания реакции. II закон термодинамики. Понятие об энтропии. Стандартная энтропия. Изменение энтропии системы при фазовых и химических превращениях. Изменение энтропии и направление химической реакции.

Понятие о свободной энергии Гиббса и энергии Гельмгольца. Соотношение изменения энергии Гиббса и изменений энтропии и энтальпии системы. Стандартная энергия Гиббса образования вещества. Изменение энергии Гиббса и направление протекания реакции. Роль энтальпийного и энтропийного фактора, температуры в оценке возможности и полноты протекания реакции. Понятие о химическом потенциале. Химическое равновесие. Связь энергии Гиббса и константы равновесия. Сдвиг химического равновесия. Принцип Ле-Шателье. Физико-химический анализ.

VII. Основы химической кинетики

Скорость химической реакции. Факторы, определяющие скорость химической реакции. Закон действия масс. Константа скорости реакции. Порядок и молекулярность реакций. Многостадийные реакции. Несовпадение уравнения скорости (кинетических уравнений) многостадийных реакций стехиометрическим уравнениям. Влияние температуры на скорость реакций. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Факторы, определяющие энергию активации. Энергия активации и скорость

реакции. Переходное состояние или активированный комплекс. Влияние катализатора на скорость химической реакции. Гомогенные и гетерогенные каталитические реакции. Промежуточные стадии в гомогенных и гетерогенных каталитических реакциях. Каталитические яды. Ингибиторы.

Цепные химические реакции. Природа активных частиц. Основные стадии протекания цепных реакций. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции на примере образования хлороводорода.

Термодинамическая устойчивость веществ и их реакционная способность. Влияние кинетических факторов на реакционную способность веществ. Электро-, фото-, радиационно-, плазмохимические реакции и возможность получения термодинамически неустойчивых веществ.

VIII. Растворы и реакции в водных растворах

Дисперсные системы. Истинные растворы. Твердые растворы. Суспензии, эмульсии. Коллоидные растворы.

Растворение как физико-химический процесс. Изменение энтальпии и энтропии при растворении веществ. Сольватация. Сольваты. Особые свойства воды как растворителя. Гидраты. Кристаллогидраты. Растворимость веществ. Влияние температуры, давления и природы веществ на их взаимную растворимость. Способы выражения концентрации раствора: массовая доля, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, мольная доля. Понятие об идеальном растворе. Коллигативные свойства растворов. Законы Рауля, Генри, Вант-Гоффа для разбавленных растворов неэлектролитов. Криоскопия и эбулиоскопия.

Электролитическая диссоциация. Влияние природы вещества на его способность к электролитической диссоциации. Механизм диссоциации. Гидратация ионов в растворе. Основания и кислоты с точки зрения теории электролитической диссоциации. Амфотерность. Диссоциация средних, кислых и основных солей.

Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации электролитов. Факторы, влияющие на степень диссоциации. Основные представления теории сильных электролитов. Истинная и кажущаяся степень диссоциации. Ионная сила раствора. Равновесие в растворах слабых электролитов. Константа диссоциации. Закон разбавления и связь константы диссоциации со степенью диссоциации.

Диссоциация воды. Константа диссоциации и зависимость ее от температуры. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Понятие о буферных растворах. рН-метрия.

Труднорастворимые электролиты. Равновесие между осадком и насыщенным раствором. Произведение растворимости. Влияние одноименных ионов на растворимость веществ. Перевод труднорастворимых осадков в растворимое состояние. Влияние ионной силы на растворимость труднорастворимых соединений. Влияние рН растворов на образование труднорастворимого вещества.

Гидролиз солей. Гидролиз солей по катиону и аниону. Механизм гидролиза. Молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей. Четыре типа солей в зависимости от гидролизваемости составляющих их ионов. Влияние природы, заряда и радиуса ионов на их гидролизваемость. Константа гидролиза. Влияние концентрации раствора, температуры, рН среды на степень гидролиза. Гидролиз кислых солей. Гидролиз труднорастворимых солей. Полимеризация и поликонденсация продуктов гидролиза многозарядных ионов. Условия подавления гидролиза.

Комплексообразование и диссоциация комплексных ионов в растворе. Константа нестойкости. Факторы, определяющие устойчивость комплексных ионов в растворе. Роль комплексных соединений в природе, медицине, технологии, экологии.

IX. Окислительно-восстановительные процессы

Окислительно-восстановительные реакции. Типы окислительно-восстановительных реакций. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций. Подбор коэффициентов: метод электронного баланса, ионно-электронный метод. Электродный потенциал. Стандартный электродный потенциал. Гальванический элемент. Водородный электрод. Зависимость электродного потенциала от концентрации, температуры, pH. Уравнение Нернста. Направление окислительно-восстановительных процессов. Взаимосвязь между разностью электродных потенциалов и энергией Гиббса. Электрохимический ряд напряжений. Окислительно-восстановительные процессы с участием электрического тока. Схемы процессов на электродах при электролизе расплавов и водных растворов. Законы электролиза.

Экологические аспекты промышленного использования окислителей и восстановителей в народном хозяйстве.

Х.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. Понятие о кислотах и основаниях Льюиса.

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. Спин-спаренные и спин-свободные комплексы. 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.

Спектрохимических ряд лигандов. Использование ТКП для описания строения нормальных и обращенных шпинелей. Понятие об эффекте Яна-Теллера.

Представление о теории поля лигандов. Энергетические диаграммы для гексааминкобальта (III) и гексафторокобальта(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.

КС с неорганическими и органическими полидентатными лигандами. КС элементов-металлов с аминокислотами на примере этилендиаминтетраацетата (комплексоната) кальция. Хелаты. Правило циклов Чугаева.

Кластеры (на примере низших галогенидов молибдена) и многоядерные комплексы (на примере карбониллов переходных элементов). π -комплексы (на примере ферроцена). Соединения включения (клатраты). Супрамолекулярные соединения.

Константа устойчивости – важнейшая характеристика КС. Зависимость константы устойчивости от величины заряда и радиуса центрального иона,

его электронной конфигурации (на примере гексааминкобальта (II) и гексааминкобальта (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). Летучие КС и их роль в неорганическом синтезе (тонкие пленки, гетероструктуры).

XI. Методы исследования неорганических соединений

Неорганический синтез и химический анализ: препаративные методы изучения состава, строения и свойств веществ.

Принципы физико-химических методов исследования растворов неорганических соединений – оптическая и рентгеновская спектроскопия, криоскопия, эбулиоскопия, рН-метрия, потенциометрия, ЯМР-спектроскопия (узких линий), калориметрия. Кинетические методы исследования.

Понятие о физико-химических методах исследования твердого вещества – рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ, нейтронография, магнетохимия, термохимические методы, термический анализ, спектроскопия –УФ, ИК, оптическая ЯМР широких линий, ЯГР-спектроскопия, определение давления пара. Метод радиоактивных индикаторов.

Приемы физико-химического анализа (диаграммы состояний, их простейшие формы).

Компьютеризация исследований. Понятие о методах математического моделирования и планирования эксперимента.

ХII. Основные понятия геохимии

Радиальное строение земного шара. Химический состав отдельных геосфер. Распространенность химических элементов в различных геосферах (кларк). Геохимия как наука (В.И.Вернадский).

Связь распространенности и распределения химических элементов в земном шаре со строением атомных ядер и электронных оболочек атомов. Редкие и рассеянные элементы. Основной закон геохимии (В.Гольдшмидт). Правила Менделеева, Оддо, Гаркинса.

Раздел II. Свойства химических элементов Периодической системы

Д.И.Менделеева

Введение

Химические свойства конкретного элемента или группы элементов предлагается обсуждать по единому плану.

1. Положение в Периодической системе, распространенность и формы нахождения в природе. Специфика элемента и его соединений.

2. Электронная оболочка атома, потенциалы ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность, характерные степени окисления.

3. Простые вещества: формы существования и физические свойства, характер и энергия связи, фазовые превращения, реакционная способность.

4. Взаимодействие с элементами, рассмотренными ранее: условия протекания реакций, их термодинамические и кинетические характеристики. Продукты. Электронное строение и пространственная структура получаемых соединений, их кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства, реакционная способность.

5. Взаимодействие простых веществ и соединений с водой и их состояние в водных растворах. Характерные кислотно-основные и окислительно-восстановительные превращения в растворах.

6. Комплексные соединения.

XIII. Водород

Водород в природе. Изотопы водорода. Валентные возможности атома и характерные степени окисления. Молекула H_2 . Получение водорода. Физические и химические свойства простого вещества. Растворение водорода в металлах. Атомарный водород, его получение и реакционная способность. Ковалентные соединения водорода. Ионы H^+ и H^- , их взаимодействие с водой. Водородная связь, причины ее образования, способ описания.

XIV. Кислород

Положение в периодической системе. Кислород в природе. Изотопы кислорода. Валентные возможности атома и характерные степени окисления. Молекула O_2 . Парамагнетизм кислорода. Получение кислорода. Физические и химические свойства простого вещества. Аллотропия кислорода, озон. Озон в атмосфере.

Взаимодействие кислорода с водородом. Механизм реакции водорода с кислородом. Соединения кислорода с водородом, гидроксил, вода, пероксид водорода. Термическое и фотохимическое разложение воды. Получение и свойства пероксида водорода. H_2O_2 окислитель и как восстановитель. Применение пероксида водорода.

Состояния кислорода в его соединениях. Оксиды и их классификация. Пероксиды и пероксидная группировка. Ионы O^{2-} , O_2^{2-} , O^{2-} , O^{3-} . Супероксиды, озониды, их взаимодействие с водой.

XV. Элементы VII группы. Галогены

Общая характеристика группы. Строение электронных оболочек атомов, потенциалы ионизации, сродство к электрону. Валентные возможности атомов и характерные степени окисления. Простые вещества, характеристики молекул Hal_2 .

Соединения с водородом. Энергетические характеристики, характер связи и электронное строение молекул $HHal$. Методы получения и физические

свойства галогеноводородов. Кислотные и окислительно-восстановительные свойства, реакционная способность. Галогенидные ионы и их состояние в водных растворах. Галогениды металлов.

Оксиды и оксокислоты. Общая характеристика оксидов: строение молекул, характер и энергия связи. Термодинамические характеристики образования. Получение и химические свойства оксидов. Устойчивость оксидов. Особенности соединений фтора и йода с кислородом. Реакции оксидов с водой. Оксокислоты галогенов; строение молекул, химические свойства, методы получения. Термодинамическая неустойчивость большинства оксокислот. Особенности хлорной и йодной кислот.

Соединения галогенов друг с другом. Интергалогениды. Формы существования и строение молекул. Трехцентровые электронно-избыточные связи в молекулах интергалогенидов. Химические свойства и методы получения. Взаимодействие с водой.

Окислительно-восстановительные реакции галогенов и их соединений в водных растворах. Взаимодействие простых веществ с водой, кислыми и щелочными растворами. Окислительно-восстановительные свойства соединений.

XVI. Элементы VI группы. Халькогены

Общая характеристика группы. Строение электронных оболочек атомов, потенциалы ионизации, сродство к электрону. Валентные возможности атомов и характерные степени окисления. Простые вещества, цепочечные структуры, характеристики молекул X.

Соединения с водородом. Энергетические характеристики, характер связи и строение молекул H_2X . Сульфаны. Методы получения и основные химические свойства халькогеноводородов. Халькогенидные ионы и их состояние в водных растворах. Халькогениды металлов.

Оксиды и оксокислоты. Общая характеристика оксидов: строение молекул, характер связи, энергетика. Получение и химические свойства

оксидов XO_2 и XO_3 . Кислоты H_2XO_3 и K_2XO_4 : строение молекул, химические свойства, методы получения. Особенности селеновой и теллуровой кислот. Оксокислоты серы: причины их многообразия, классификация, строение и химические свойства.

Галогениды. Формы существования и строение молекул. Методы получения и химические свойства. Уникальная инертность SF_6 . Взаимодействие галогенидов с водой. Оксогалогениды.

Окислительно-восстановительные реакции халькогенов и их соединений в водных растворах. Взаимодействие простых веществ с водой, кислыми и щелочными растворами. Окислительно-восстановительные свойства соединений.

XVII. Элементы V группы

Общая характеристика группы. Строение электронных оболочек атомов, потенциалы ионизации, сродство к электрону. Простые вещества, аллотропия. Особенности азота.

Соединения с водородом. Характер связи, энергетические характеристики и строение молекул XH_3 . Методы получения и основные свойства соединений XH_3 . Соли аммония и фосфония. Аммиакаты. Амиды, имида, нитриды. Фосфида. Соединения X_2N_4 , их строение и свойства. Гидроксиламин. Азотистоводородная кислота и азиды.

Оксиды и оксокислоты. Общая характеристика оксидов. Оксиды азота. Формы существования, строение и энергетика молекул. Методы получения оксидов азота. Оксокислоты азота — азотноватистая, азотистая и азотная кислоты, их строение, свойства и методы получения, нитриты и нитраты. Термическое разложение нитратов. Оксиды фосфора и других элементов группы: X_4O_6 и X_4O_{10} , их получение, строение и свойства. Особенности взаимодействия P_4O_6 и P_4O_{10} с водой. Оксокислоты фосфора и его аналогов. Строение и свойства кислот фосфора.

Галогениды, Общая характеристика, формы и строение молекул. Галогениды азота. Три- и пентагалогениды фосфора и его аналогов. Методы получения и химические свойства. Взаимодействие с водой. Взаимодействие галогенидов с оксидами. Оксогалогениды.

Сульфиды. Формы и строение молекул. Получение и химические свойства. Тиокислоты.

Комплексные соединения. Галогенокомплексы.

Элементоорганические соединения.

Окислительно-восстановительные реакции в растворах. Взаимодействие простых веществ с водой, кислыми и щелочными растворами. Восстановление нитратного иона в различных средах. Окислительные и восстановительные свойства соединений фосфора и его аналогов.

XVIII. Элементы IV группы

Общая характеристика группы. Особенности строения электронных оболочек атомов, потенциалы ионизации, сродство к электрону. Простые вещества, аллотропия.

Неорганическая химия углерода. Алмаз, графит, карбины, фуллерены. Соединения графита. Метан и углеводороды. Карбиды металлов. Оксиды углерода, энергетика, строение молекул и свойства. Оксокислоты углерода. Карбонаты. Галогениды и оксогалогениды углерода. Сероуглерод и другие соединения с серой. Соединения с азотом: циан, дициан, синильная кислота. Циановая и изоциановая кислоты. Тиоциановая кислота. Органические соединения.

Соединения элементов подгруппы кремния с водородом. Характер связи, энергетика и строение молекул XH_4 . Методы получения и химические свойства. Силициды. Кремнийорганические соединения.

Оксиды и гидроксопроизводные. Общая характеристика оксидов XO и XO_2 . Кварц и его модификации. Изменение свойств оксидов XO и XO_2 в ряду

Si - Pb. Кремниевые кислоты и силикаты. Оксо- и гидроксоионы аналогов кремния. Соли олова и свинца, их растворимость и гидролиз.

Галогениды. Общая характеристика, форма и строение молекул. Ди- и тетрагалогениды, их устойчивость, методы получения и химические свойства. Взаимодействие с водой. Оксогалогениды.

Халькогениды. Формы и строение. Получение и химические свойства. Тиокислоты германия и олова.

Соединения с азотом и фосфором.

Комплексные соединения. Гексафторкремниевая кислота. Молекулярные комплексы (аддукты) тетрафторида кремния. Галогенокомплексы кремния и его аналогов.Metalлоорганические соединения германия, олова и свинца, их строение и свойства.

Окислительно-восстановительные реакции в растворах. Взаимодействие простых веществ с водой. Окислительно-восстановительные свойства соединений.

Транспортные реакции.

XIX. Элементы III группы

Общая характеристика группы. Строение электронных оболочек атомов, потенциалы ионизации, сродство к электрону. Простые вещества.

Соединения с водородом. Боран и диборан. Формы и строение молекул. Трехцентровые электронно-дефицитные связи в молекулах боранов. Гидриды алюминия и его аналогов. Взаимодействие с водой. Боронаты и аланаты, их строение и свойства.

Оксиды и гидроксопроизводные. Общая характеристика оксидов. Формы существования и свойства. Корунд, его окрашенные формы. Стеклование B_2O_3 . Кислоты бора. Мета-, тетра-, ортобораты. Гидратные формы оксидов алюминия и его аналогов. Амфотерность гидроксоформ. Алуминаты. Оксиды и гидроксиды таллия. Устойчивость Tl (I).

Галогениды. Общая характеристика, формы существования и строение молекул. Димеризации тригалогенидов. Моногалогениды. Методы получения галагенидов, характерные свойства. Гидролиз галогенидов.

Халькогениды. Формы существования и строение. Гидролиз халькогенидов.

Соединения $A^{III}B^V$. Полупроводниковые свойства. Особенности строения. Химические свойства.

Комплексные соединения. Гидридные и галогенокомплексы. Гидроксокомплексы. Аддукты.

Металлоорганические соединения, их строение и свойства.

Окислительно-восстановительные реакции в растворах. Взаимодействие простых веществ с водой.

XX. s-Элементы I и II групп

Общая характеристика s-элементов. Щелочные и щелочноземельные металлы. Строение электронных оболочек атомов, потенциалы ионизации, сродство к электрону. Простые вещества, восстановительные свойства. Взаимодействие с водой.

Водородные соединения элементов I и II групп. Ионные гидриды. Роль щелочных и щелочноземельных металлов в стабилизации иона H^+ . Взаимодействие ионных гидридов с водой.

Оксиды щелочных металлов, формы, устойчивость, химические свойства оксидов. Пероксиды, супероксиды, озониды щелочных металлов. Оксиды и пероксиды щелочноземельных металлов. Получение кислорода через пероксид бария.

Гидроксиды щелочных и щелочноземельных металлов. Щелочи. Особенности гидроксида бериллия. Диагональное сходство Be и Al.

Соли щелочных металлов, их растворимость. Гидратация ионов щелочных металлов. Понятие об отрицательной гидратации.

Причины отсутствия однозарядных ионов элементов II группы в водном растворе. Соли щелочноземельных металлов, их растворимость и гидролиз.

XXI. Химия благородных газов

Особенности строения электронных оболочек атомов, их валентные возможности.

Фториды ксенона, пути их получения и химические свойства. Природа химических связей в соединениях благородных газов. Гипервалентные связи.

Взаимодействие фторидов ксенона с водой и щелочами. Оксофториды, оксиды и оксокислоты ксенона.

Химические соединения других благородных газов.

Раздел III. Химия переходных элементов

XXII. Общая характеристика переходных элементов

Особенности строения атомов d- и f-элементов. Орбитальные радиусы, энергии ионизации, сродство к электрону. Многообразие степеней окисления. Отличия от элементов главных подгрупп. Высокие степени окисления и молекулярные соединения. Низкие степени окисления и соединения переменного состава. Металлическое состояние простых веществ.

Сходство и различия элементов первого, второго и третьего переходных рядов. Лантаноидное сжатие. Повышенное сходство элементов — электронных аналогов второго и третьего рядов.

Содержание в природе. Получение металлов из руд. Металлургия черных и цветных металлов. Методы очистки металлов: зонная плавка, йодидное рафинирование.

XXIII. Скандий, титан, ванадий и их аналоги

Общая характеристика элементов. Строение атомов, возможные степени окисления в соединениях.

Простые вещества: физические и химические свойства. Применение.

Важнейшие бинарные химические соединения: гидриды, оксиды, галогениды, халькогениды. Кластерные соединения.

Химия водных растворов. Устойчивые катионные и анионные формы. Аква- и оксокатионы, оксо- и гидроксоанионы.

XXIV. Подгруппа хрома

Общая характеристика элементов. Строение атомов, возможные степени окисления в соединениях. Наиболее характерные степени окисления: Cr(III), Mo(VI), W(VI).

Простые вещества: физические и химические свойства. Причины тугоплавкости молибдена и вольфрама. Применение в специальных сплавах. Хромирование металлов.

Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды. Зависимость свойств от степени окисления. Термическое диспропорционирование низших галогенидов. Кластерные соединения.

Биядерные и полиядерные соединения. Хромовая кислота, хроматы и дихроматы. Изо- и гетерополикислоты молибдена и вольфрама и их производные.

Комплексные соединения. Аква- и гидроксокомплексы. Многообразие комплексов хрома (III).

XXV. Подгруппа марганца

Общая характеристика элементов. Строение атомов. Многообразие степеней окисления. Ядерный синтез технеция.

Простые вещества: физические и химические свойства. Применение.

Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды. Кластерные соединения рения.

Химия водных растворов. Устойчивые катионные и анионные формы. Устойчивость катионов Mn^{2+} в водных растворах. Марганцевая кислота.

Окислительные свойства перманганатного иона. Устойчивость производных рения (VII).

Комплексные соединения.

XXVI. Железо, кобальт, никель

Общая характеристика элементов. Строение атомов, возможные степени окисления в соединениях. Понижение высших и характерных степеней окисления по сравнению с подгруппой марганца.

Простые вещества: физические и химические свойства. Роль железа и его сплавов в истории цивилизации. Современные применения металлов триады железа и сплавов на их основе.

Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды.

Химия водных растворов. Устойчивые катионные и анионные формы. Гидролиз солей железа. Щелочные аккумуляторы.

Комплексные соединения. Окислительно-восстановительные свойства комплексов Fe(II) и Fe(III), Co(II) и Co(III). Многообразие и устойчивость комплексов с электронной конфигурацией d^6 . Плоскоквадратные и октаэдрические комплексы никеля.

XXVII. Платиновые металлы

Общая характеристика элементов. Строение атомов, возможные степени окисления в соединениях. Процессы аффинажа.

Простые вещества. Причины высокой плотности и тугоплавкости. Химическая инертность. Перевод в раствор благородных металлов.

Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды. Тетраоксиды осмия и рутения.

Комплексные соединения. Разнообразие комплексных соединений платиновых металлов и его причины. Плоско-квадратные комплексы платины (II) и октаэдрические комплексы платины (IV).

XXVIII. Медь, серебро, золото

Общая характеристика элементов. Строение атомов, возможные степени окисления в соединениях. Специфика однозарядных ионов с конфигурацией d^{10} .

Простые вещества: физические и химические свойства. Самородные металлы.

Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды.

Химия водных растворов. Окислительно-восстановительные свойства Cu(I) и Cu(II) , Au(I) и Au(III) .

Комплексные соединения.

XXIX. Подгруппа цинка

Общая характеристика элементов. Строение атомов, возможные степени окисления в соединениях. Особенности соединений ртути (I).

Простые вещества: физические и химические свойства. Уникальные свойства металлической ртути. Применение.

Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды.

Химия водных растворов. Устойчивые катионные и анионные формы. Амфотерность цинка. Аквакатионы и гидроксоанионы.

XXX. Лантаноиды

Общая характеристика. Особенности строения атомов, причины сходства элементов, возможные состояния окисления. Содержание в природе. Разделение элементов. Физические и химические свойства простых веществ.

Химические свойства соединений лантаноидов. Оксиды и гидроксопроизводные. Галогениды и другие бинарные соединения. Химия водных растворов. Особенности церия и европия.

XXXI.Актиноиды

Общая характеристика. Особенности строения атомов, сравнение с лантаноидами. Разнообразие состояний окисления. Содержание в природе. Радиоактивные семейства тория, урана и актиния. Ядерные реакции и синтез элементов. Трансамерициевые элементы. Важнейшие практические применения. Проблема разделения изотопов. Физические и химические свойства простых веществ.

Периодичность в изменении химических свойств, сходство с другими элементами, деление на подсемейства. Состояния соединений в водных растворах. Соединения урана, нептуния, плутония в высших степенях окисления. Комплексные соединения актиноидов.

Распределение микроколичеств радиоактивных изотопов в гетерогенных системах. Применение ионного обмена, экстракции и хроматографии к изучению состояния радиоактивных элементов в растворе. Применение радиоактивных изотопов в химических исследованиях. Химические процессы с участием "горячих" атомов. Радиоллиз воды.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Хаханина, Т.И. Неорганическая химия: учебное пособие для вузов / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, В. И. Гребенькова. — Москва: Издательство Юрайт, 2010. — 288 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-9916-0578-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/327861>
2. Пузаков, С. А. Общая химия, сборник задач и упражнений: учебное пособие для вузов / С. А. Пузаков, В. А. Попков, А. А. Филиппова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 251 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09473-2. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://web0.urait.ru/bcode/468600>

3. Пресс, И.А. Основы общей химии: учебное пособие / И.А. Пресс. – 4-е изд. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2020. – 352 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98339>. – ISBN 978-5-93808-344-9. – Текст: электронный.

Дополнительная литература

4. Неорганическая химия. Т.1, 2 / под ред. Ю.Д. Третьякова. М.: Изд. Центр «Академия». – 2004. – 494 с.

5. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. М.: ВШ. - 2004

6. Ахметов Н.С., Азизова М.К.Э, Бадыгина Л.И. Лабораторные и семинарские занятия по общей и неорганической химии. М.: ВШ., 2003. - 367 с.

7. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. М.: ВШ, 2003, 2005. - 743с.

8. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия: М.: Высш. шк., 1997.- 526 с.

9. Угай Я.А. Неорганическая химия. М.: Высш. шк., 1989. - 463 с.

10. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. М.: Высш. шк., 1988. - 639 с.

11. Суворов А.В., Никольский А.Б. Общая химия: Учеб. для вузов. СПб.: Химия, 1997. - 624 с.

12. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. М.: Мир, 1969.

13. Спицын В.И., Мартыненко Л.И. Неорганическая химия. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991, 1994. - Ч. 1, 2

14. Кукушкин Ю.Н. Химия координационных соединений. М.: Высш. шк., 1985. - 455 с.

15. Турова Н.Я. Неорганическая химия в таблицах. М.: Высш.шк., 1997. - 140с.

16. Гольбрайх З.Е., Маслов Т.И. Сборник задач и упражнений по химии. М.: Высш. шк., 1997. - 384 с.

Вступительное испытание в аспирантуру – реферат

Тему реферата абитуриент формулирует самостоятельно.

Основные критерии оценивания реферата

Изложенное понимание реферата как целостного авторского текста определяет критерии его оценки: новизна текста; обоснованность выбора источника; степень раскрытия сущности вопроса; соблюдения требований к оформлению.

Новизна текста:

- а) актуальность темы исследования;
- б) новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы в установлении новых связей (межпредметных, внутрипредметных, интеграционных);
- в) умение работать с исследованиями, критической литературой, систематизировать и структурировать материал;
- г) явленность авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений;
- д) стилевое единство текста, единство жанровых черт.

Степень раскрытия сущности вопроса:

- а) соответствие содержания теме и плану реферата;
- б) полнота и глубина знаний по теме;
- в) обоснованность способов и методов работы с материалом;
- г) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме).

Обоснованность выбора источников:

а) оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования.

Соблюдение требований к оформлению:

а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы;

б) оценка грамотности и культуры изложения (в том числе орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией;

в) соблюдение требований к объёму реферата.

Критерии оценивания:

«Отлично - 5» выставляется, если: выполнены все требования к написанию и реферата: в работе обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему, логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, раскрыта полностью тема реферата, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению.

«Хорошо - 4» выставляется если: основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты, в частности: имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

«Удовлетворительно - 3» выставляется, если: основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты, например: имеются неточности в изложении материала, отсутствует логическая последовательность в суждениях, объём реферата выдержан более чем на 50 %, имеются упущения в оформлении.

«Неудовлетворительно - 2» выставляется, если: тема не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы, допущены грубейшие ошибки в оформлении работы.

Требования к реферату

Введение

Реферат - это логически законченная аналитическая работа над конкретной проблемой с выработкой собственных оценок и рекомендаций. Он позволяет более глубоко оценить способности поступающего в аспирантуру к самостоятельной работе над кандидатской диссертацией, его интеллект, творческие возможности и профессиональную подготовку.

1. Цель написания и этапы подготовки реферата

Реферат имеет своей целью предварительный выбор будущим аспирантом направления научного исследования, проявлению способности поступающего в аспирантуру самостоятельно делать профессиональный анализ, научно обоснованные выводы и рекомендации по актуальным проблемам.

В процессе подготовки реферата поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать:

- хороший уровень профессиональной подготовки;
- знание современных теоретических концепций по данной проблеме;
- умение работать с наиболее распространёнными инструментами анализа, прогнозирования и планирования.

Рекомендуется следующий порядок подготовки реферата:

- 1) выбор темы, подбор литературы, разработка плана.
- 2) подготовка материалов по теоретическим аспектам темы.
- 3) оформление реферата и предоставление его в отдел аспирантуры.

2. Выбор темы реферата

При выборе тема реферата необходимо учитывать:

- специализацию кафедры, на которой Вы предполагаете проходить обучение, и актуальность заявленной темы на современном этапе в регионе, стране в целом;
- имеющийся у Вас опыт, научный задел;
- потребности образовательных и/или научно-исследовательских организаций в проведении исследований;

3. Структура и содержание реферата

Реферат должен иметь следующую структуру: титульный лист; содержание (оглавление); введение; основная часть; заключение; список использованной литературы; приложения.

Содержание

В содержании (оглавлении) в строгой последовательности даются все названия структурных элементов реферата с указанием номеров страниц, на которых они помещены.

Содержание оформляется на одном листе, нумерация страниц начинается с титульного листа. Главы нумеруются арабскими цифрами, параграфы - арабскими цифрами (например: глава вторая - Глава 2; второй параграф главы второй - 2.2. и т. д.) через точку. Каждая глава начинается с новой страницы. Не нумеруются: введение, заключение, список литературы, приложения. Возможно использовать простой план без выделения глав.

Введение

В ведении необходимо: показать актуальность темы предполагаемого исследования; сформулировать исследуемую проблему; определить цели и задачи будущего исследования; обосновать объект и предмет исследования;

указать возможные методы исследования и его предполагаемые результаты. Объем введения не должен превышать 2-3 страниц текста.

Основная часть

Основная часть обычно состоит из двух глав, В первой главе уточняются основные теоретические понятия и инструменты, на основе которых будет построено ваше исследование. Объем первой главы - не более 10 стр. Во второй главе проводится анализ факторов и тенденций, обуславливающих возникновение рассматриваемой Вами проблемы и пути её решения на основе анализа теоретической литературы, нормативно-правовых документов, статистических данных современности и др. Объем второй главы - не более 15 страниц текста.

Каждая глава может быть разбита на параграфы.

Заключение

В заключении (не более 2-х стр.) даются основные выводы по реферату.

Список использованной литературы

Приложения

Назначение этого раздела - дать развёрнутое представление об использованных источниках и материалах. С помощью приложений доказываемся достоверность используемых данных, проводимых расчётов, аргументируются анализ и предложения.

Приложения располагаются в порядке появления ссылок на них. Каждое приложение начинается с нового листа и содержит в правом верхнем углу слово "Приложение". Если приложений несколько, то каждое приложение нумеруется.

Общий объем реферата - 20 - 25 стр.

4. Требования к оформлению реферата

Реферат печатается на компьютере на листах формата А4 (210x297) на одной стороне каждого листа, межстрочный интервал полуторный, шрифт размером 14 Times New Roman.

Текст на бумажном листе ограничивается полями размером 20 мм с каждой стороны. Все графики, рисунки, диаграммы, формулы выполнять на компьютере. При оформлении заголовков реферата необходимо учитывать требования:

- названия глав печатаются по центру прописными буквами, названия параграфов - строчными буквами (кроме первой прописной). Переносы слов в заголовках не допускаются, и точка в конце не ставится;

- расстояние между заголовком и текстом, а также между формулами и текстом должно составлять два интервала;

- названия глав должны начинаться с нового листа, названия параграфов - на том же листе, где заканчивается предыдущий параграф.

Номер ставится посередине либо справа верхнего, либо нижнего поля страницы. Титульный лист включается в общую нумерацию.

Рисунки, схемы, графики имеют сквозную нумерацию. Каждый рисунок должен иметь заголовок. Они обозначаются словом «Рисунок», после которого ставится арабскими цифрами номер и заголовок, поясняющий их содержание. Например: Рисунок 2 - Название.

Таблицы также имеют сквозную нумерацию. Номер таблицы проставляется после слова «Таблица», помещённого над табличным полем, после через тире следует заголовок таблицы. Например, «Таблица 1 – Название». Если таблица расположена на двух и более страницах, то слова таблица, её номер и заголовок указываются только на первой странице, на всех последующих страницах перед таблицей в правом верхнем углу помещают выражение "Продолжение таблицы...", указывая только её номер.

В тексте должны быть ссылки на все рисунки, таблицы.

Титульный лист реферата

Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина»
(ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина»)

РЕФЕРАТ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

ТЕМА РЕФЕРАТА

Направление подготовки:

Направление 04.06.01 «Химические науки»

Направленность 02.00.01 «Неорганическая химия»

Исполнитель:

ФИО

Оценка:

Дата, подпись

Сыктывкар - 2021