

**Программа вступительного испытания
по химии
для поступающих на направление подготовки магистратуры
04.04.01 – Химия**

Неорганическая химия

Периодический закон Д.И. Менделеева как основа развития неорганической химии, его философское значение. Периодически изменяющиеся свойства элементов, их связь со строением электронных оболочек атомов. Радиусы атомов, энергия ионизации, энергия сродства к электрону, электроотрицательность. Закономерности в изменениях этих величин.

Химическая связь, типы химической связи. Ионная связь. Ненасыщаемость и ненаправленность ионной связи. Металлическая связь. Ковалентная связь. Основные положения метода валентных связей (МВС). Пространственные конфигурации молекул и ионов. Одинарные и кратные связи. Влияние неподеленных электронных пар на геометрию ковалентных молекул. Основные положения метода молекулярных орбиталей (МО ЛКАО). Связывающие, разрыхляющие орбитали. Энергетические диаграммы МО двухатомных гомоядерных и гетероядерных молекул, образованных элементами первого и второго периодов. Прочность связи, энергия ионизации, магнитные и оптические свойства молекул. Полярность связи.

Строение твердого тела. Химическая связь в кристаллах (атомная, молекулярная, ионная кристаллическая структура). Понятие о зонной теории кристаллического состояния. Зона проводимости, валентная зона, запрещенная зона. Зонная структура диэлектриков (алмаз, хлорид натрия, оксид магния), полупроводников (германий), веществ с металлической проводимостью.

Комплексные соединения (КС). Основные положения координационной теории. Природа химической связи в КС. Сочетание электростатического и ковалентного взаимодействия центрального атома (или иона) с лигандами. Строение КС с позиции МВС. Основные положения теории кристаллического поля (ТКП). Спектрохимический ряд лигандов. Сравнение возможностей метода валентных связей, теории кристаллического поля и теории поля лигандов в описании строения КС. Супрамолекулярные соединения. Роль КС в природе. Использование КС в технологии, сельском хозяйстве и медицине.

Критерии самопроизвольного протекания химических процессов в различных системах. Кислотно-основные, окислительно-восстановительные равновесия в гомогенных и гетерогенных системах. Реакции комплексообразования в растворах. Кинетически лабильные и инертные комплексы, механизм реакций обмена лигандов.

s-элементы I и II групп, закономерности в строении и свойствах соединений с кислородом гидроксидов, карбонатов, галогенидов. Комплексные соединения.

p-элементы, свойства простых веществ. Соединения с металлами и неметаллами. Закономерности в изменении строения, устойчивости окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств соединений с кислородом, гидроксидов.

3d-элементы. Общая характеристика. Свойства простых веществ. Степени окисления. Оксиды, гидроксиды. Химия водных растворов, комплексные соединения.

4d-элементы. Общая характеристика, свойства простых веществ. Соединения элементов в разных степенях окисления. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства оксидов и гидроксидов. Особенности комплексообразования.

d-элементы VIII группы. Общая характеристика. Свойства простых веществ (реакции с неметаллами, кислотами, щелочами). Состав и строение комплексных соединений.

f-элементы. Особенности строения. Степени окисления. Нахождение в природе. Методы выделения. Важнейшие соединения. Особенности химии водных растворов.

Аналитическая химия

Пробоотбор и пробоподготовка. Виды проб. Представительность пробы. Факторы, обуславливающие размер представительной пробы. Отбор проб гомогенных и гетерогенных материалов. Способы перевода пробы и/или ее компонентов в формы, оптимальные для выбранного метода анализа.

Методы разделения и концентрирования. Экстракция. Электрохимические методы разделения. Соосаждение для концентрирования микрокомпонентов. Неорганические и органические коллекторы. Применение хроматографических методов для целей разделения и концентрирования.

Кислотно-основные реакции. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Автопротолиз растворителей. Факторы, влияющие на силу протолитов.

Реакции комплексообразования. Количественные характеристики комплексных соединений: константы устойчивости (ступенчатые и общие). Хелаты, внутрикомплексные соединения. Факторы, определяющие устойчивость комплексных соединений.

Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал. Стандартный и формальный потенциалы. Направление реакции окисления и восстановления.

Процессы осаждения и соосаждения. Равновесие в системе раствор-осадок. Произведение растворимости и растворимость малорастворимых соединений, взаимосвязь этих величин. Факторы, влияющие на растворимость осадков. Основные стадии образования осадка.

Гравиметрический метод анализа. Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Примеры практического применения гравиметрического метода анализа.

Титриметрические методы анализа. Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Кислотно-основные индикаторы. Интервал перехода окраски, pT . Индикаторные ошибки титрования. Окислительно-восстановительное титрование. Построение кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Осадительное титрование. Способы обнаружения конечной точки титрования в методах аргентометрии, индикаторы. Погрешности титрования. Комплексометрическое титрование. Использование аминокислот в комплексометрии. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Физические и физико-химические методы анализа

Хроматографические и хромато-масс-спектрометрические методы. Принципы и классификация. Основные положения теории теоретических тарелок и кинетической теории хроматографии. Газовая хроматография. Схема газового хроматографа. Параметры, используемые для идентификации веществ в методе газовой хроматографии.

Метод Ковача. Основные методы жидкостной хроматографии. Тонкослойная хроматография. Принцип идентификации веществ и особенности количественного анализа в методе ТСХ. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Особенности жидкостного хроматографа.

Масс-спектрометрический метод. Принцип метода. Схема масс-спектрометра. Качественный анализ. Количественные измерения. Комбинированные методы (ГХ-МС, ЖХ-МС).

Электрохимические методы. Потенциометрия: прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Принцип действия металлических электродов 1 и 2 рода. Редокс-электроды. Ион-селективные электроды с кристаллическими, жидкими (пленочными) мембранами. Стеклообразные электроды. Ферментные электроды. Газочувствительные электроды. Коэффициент селективности. Вольтамперометрические методы анализа. Общий принцип и классификация вольтамперометрических методов. Классическая полярография. Поляризация ртутного электрода. Диффузионный ток. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны. Потенциал полуволны. Современные вольтамперометрические методы. Амперометрическое титрование. Инверсионная вольтамперометрия.

Спектроскопические методы. Классификация. Атомные и молекулярные спектры. Молекулярная абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях спектра. Взаимодействие вещества с электромагнитным излучением в видимой и УФ областях спектра. Основной закон поглощения электромагнитного излучения. Схема ФЭКа. Основные отличия спектрофотометров от фотоэлектроколориметров. Фотометрическое титрование. ИК-спектроскопия. Взаимодействие ИК-излучения с веществом. Валентные и деформационные колебания. Колебания, активные в ИК-спектре. Схема ИК-спектрофотометра. Принципы и преимущества ИК-Фурье-спектрометров. Качественный анализ. Количественный анализ. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Принцип и основные стадии атомно-абсорбционного спектрального анализа (ААС). Схема атомно-абсорбционного спектрометра. Источники излучения. Пламенная и электротермическая атомизация пробы. Области практического применения.

Атомный эмиссионный спектральный анализ. Сущность атомного эмиссионного спектрального анализа. Схема прибора. Основные атомизаторы и источники возбуждения. Качественный ЭСА. Количественный анализ. Сущность метода фотометрии пламени. Люминесцентный метод анализа. Виды люминесценции (флуоресценция, фосфоресценция). Регистрация спектров возбуждения и испускания люминесцирующих веществ. Идентификация люминесцирующих веществ. Количественный люминесцентный анализ. Практическое применение.

Физическая химия

Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики в термохимии: расчет изменения энтальпии и внутренней энергии с помощью закона Гесса, зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры (уравнение Кирхгофа).

Второе и третье начала термодинамики. Расчет изменения энтропии в различных процессах, в том числе в химической реакции. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов, выраженные через энергию Гиббса и энергию Гельмгольца.

Закон действующих масс. Уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа и его применение для определения направления самопроизвольного протекания химической реакции. Уравнение изобары химической реакции и его применение для расчета тепловых эффектов и констант равновесия химических реакций. Методы расчета констант равновесия химических реакций по термодинамическим данным.

Фазовые диаграммы однокомпонентных систем (вода, сера). Уравнение Клапейрона, уравнение Клаузиуса – Клайперона; их использование для расчета изменения энтальпии фазового перехода. Фазовые диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Физико-химические основы разделения смесей с помощью перегонки.

Кинетический закон действия масс и область его применимости. Составление кинетических уравнений для известного механизма реакции. Методы определения порядков и констант скорости химических реакций из опытных данных. Зависимость константы скорости от температуры. Уравнение Аррениуса.

Коллигативные свойства растворов. Закон Рауля. Расчет коэффициентов активности по парциальным давлениям компонентов. Понижение температуры кристаллизации растворителя из раствора, повышение температуры кипения раствора по сравнению с чистым растворителем. Применение криоскопического и эбуллиоскопического методов для определения молярных масс веществ. Осмос и осмотическое давление растворов неэлектролитов и электролитов. Уравнения Вант-Гоффа. Применение обратного осмоса в современных технологиях очистки воды.

Химический и электрохимический способы осуществления окислительно-восстановительной реакции. Электрохимическая цепь и ее компоненты. Связь теоретической электрохимии с задачами прикладной электрохимии. Развитие представлений о строении растворов электролитов (Т. Гротгус, М.Фарадей, С. Аррениус). Основные положения теории Аррениуса; недостатки этой теории. Основные допущения теории Дебая – Хюккеля, их физический смысл. Ионная атмосфера. Уравнения для расчета коэффициента активности иона в первом, втором и третьем приближении теории Дебая – Хюккеля. Удельная электропроводность растворов электролитов и молярная электропроводность электролитов в растворе, их зависимость от природы электролита, раствора, концентрации электролита и температуры. Типы гальванических элементов. Термодинамика гальванического элемента. Применение метода измерения ЭДС в химии.

Органическая химия

Теория химического строения органических соединений Бутлерова её дальнейшее развитие. Представления о пространственном строении молекул. Электронная теория химической связи. Типы гибридизации атома углерода понятие о сопряжении. Электронные эффекты, взаимное влияние атомов в молекулах.

Классификация органических соединений и основы номенклатуры. Представления о механизме органических реакций, о нуклеофильных и электрофильных реагентах, гетеролитическом и гомолитическом типах разрыва связей.

Классификация реакций и реагентов в органической химии.

Алканы. Получение, номенклатура, изомерия. Газообразные, жидкие и твердые парафины. Основные реакции парафинов: дегидрирование, окисление, изомеризация. Реакции радикального замещения, механизм. Факторы, определяющие устойчивость свободных радикалов. Классификация органических реакций и реагентов

Непредельные углеводороды: алкены, алкины, диены. Методы получения. Stereoизомерия. Химические свойства: реакции электрофильного присоединения, их механизм; реакции окисления и полимеризации.

Ароматические углеводороды: бензол, нафталин, антрацен; их источники и методы получения. Реакции электрофильного замещения, механизм. Влияние заместителей в ароматическом кольце на направление и скорость реакций. Реакции гидрирования и окисления.

Спирты. Фенолы. Промышленные способы получения. Кислотно-основные свойства. Получение галогеналканов, простых и сложных эфиров. Окисление спиртов и фенолов. Реакции электрофильного замещения в фенолах: галогенирование, нитрование, сульфирование.

Оксосоединения. Методы получения альдегидов и кетонов. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе: присоединение воды, спиртов, гидросульфита натрия, циановодорода, магнийорганических соединений. Реакции присоединения-элиминирования: образование иминов (оснований Шиффа), оксимов, гидразонов, семикарбазонов. Альдольная и кротоновая конденсации. Окисление и восстановление альдегидов и кетонов.

Карбоновые кислоты. Строение карбоксильной группы. Реакции по карбоксильной группе и α -положению. Производные карбоновых кислот: ангидриды, галогенангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы. Синтез полиамидных и полиэфирных волокон на основе дикарбоновых кислот. Лекарственные препараты на основе салициловой кислоты.

Амины алифатические и ароматические. Способы получения. Кислотно-основные свойства. Реакции алкилирования и ацилирования, взаимодействие аминов с азотистой кислотой. Реакции с участием ароматического кольца. Дазосоединения. Реакции ароматических дазосоединений с выделением и без выделения азота. Азокрасители (метилоранжевый, конго красный) и их индикаторные свойства.

Моно-, олиго- и полисахариды. Моносахариды: стереохимия, кольчато-цепная таутомерия, мутаротация. Реакции по функциональным группам. Взаимные превращения моноз. Восстанавливающие и невосстанавливающие биозы. Строение природных биоз – сахарозы, мальтозы и лактозы. Полисахариды: крахмал и целлюлоза. Простые и сложные эфиры целлюлозы. Способы их получения. Ацетатное и вискозное волокно.

Аминокислоты. Классификация, биполярное строение, стереоизомерия. Химические свойства как гетерофункциональных соединений. Особенности поведения аминокислот при нагревании. Белки и пептиды – биополимеры α -аминокислот.

Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом: тиофен, пиррол, фуран. Общие способы получения. Строение, ароматичность. Кислотно-основные свойства пиррола. Реакции электрофильного замещения. Особенности реакций нитрования, сульфирования и бромирования ацидофобных гетероциклов. Пиридин. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения в пиридиновом цикле.

Основная литература

Неорганическая химия

1. Гаршин А.П. Общая и неорганическая химия в схемах, рисунках, таблицах, химических реакциях. – СПб.: ПИТЕР, 2011.
2. Шрайвер Д., Эткинс П. Неорганическая химия. В 2-х томах. – М., 2013.

Аналитическая химия

1. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов: в 2-х т. Т. 1. Общие вопросы. Методы разделения / под ред. Ю. А. Золотова. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2010.
2. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов. Т. 2. Методы химического анализа / под ред. Ю. А. Золотова. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2010.

Физическая химия

1. Горшков В.И. Основы физической химии / В.И. Горшков, И.А. Кузнецов. – 4-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.

2. Салем Р.Р. Физическая химия. Начала теоретической электрохимии / Р.Р. Салем. - Изд 2-е. – М.: URSS: [КомКнига], 2010.

Органическая химия

1. Боровлев И.В. Органическая химия. Термины и основные реакции. – М.: Изд-во Бином, 2010.

2. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. В 4-х томах. – М.: Изд-во Бином. Т.1 - 2011, Т.2 - 2009, Т.3 - 2010, Т.4 – 2011.

3. Шабаров Ю.С. Органическая химия. – СПб.: Изд-во Лань, 2011.

Дополнительная литература

Неорганическая химия

1. Неорганическая химия. Т. 1 – 3 / Под. ред. Ю.Д. Третьякова. М., 2007.

2. Общая и неорганическая химия / Под редакцией А.Ф. Воробьева. Т. 1 – 2. – М.: ИКЦ Академ. книга, 2007.

3. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 2004.

Аналитическая химия

1. Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 т. Т. 2/ пер. с англ. А.В. Гармаша и др. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.

2. Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 т. Т. 1/пер. с англ. А.В. Гармаша, Н.В. Колычевой, Г.В. Прохоровой. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.

Физическая химия

1. Бажин Н.М. Термодинамика для химиков: учебник для студентов вузов / Бажин, Николай Михайлович, В.А. Иванченко, В.Н. Пармон. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия: КолосС, 2004.

2. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. – М.: Химия: КолосС, 2006.

3. Романовский Б.В. Основы химической кинетики. – М.: Экзамен, 2006.

4. Основы физической химии. Теория и задачи: учебное пособие для студентов/ [Еремин В. В. и др.]; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. – М.: Экзамен, 2005.

Органическая химия

1. Травень В.Ф. Органическая химия. В 2-х томах. – М.: Изд-во Академкнига ИКЦ. Т. 1 – 2008. Т. 2 – 2008.
2. Иванов В.Г. Органическая химия / В.Г. Иванов, В.А. Горленко, О.Н. Гева. – М.: АСАДЕМІА, 2005.
3. Грандберг И.И. Органическая химия. – М.: Дрофа, 2004.