МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО
на заседании Ученого совета
химического факультета
протокол № 2 от 19.02.19 г.
Председатель совета

_____ А.В. Белый

ПРОГРАММА

профильного экзамена по специальности
для абитуриентов, поступающих на обучение
по образовательной программе

МАГИСТРАТУРЫ

на направление подготовки:

04.04.01 Химия

Донецк, 2019

1. Вступление

1.1. Цель вступительного испытания

Целью вступительного испытания является измерение уровня владения знаниями, полученными по предыдущей образовательной программе поступающими в магистратуру, с целью конкурсного отбора для обучения по образовательной программе магистратуры по направлению подготовки 04.04.01 Химия.

1.2. Требования к уровню подготовки

Лица, имеющие диплом бакалавра (специалиста) и желающие освоить магистерскую программу по направлению подготовки 04.04.01 «Химия», должны на вступительных испытаниях по дисциплине «Химия» показать следующие компетенции:

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач;
- владение основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций;
- владение системой фундаментальных химических понятий;
- способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов.

2. Общие положения

Вступительное испытание проводится в форме теста в письменном виде, время тестирования – 120 минут. Тест включает в себя 50 вопросов по нормативным химическим дисциплинами включает тестовые задания открытой и закрытой форм, а также задания на установление соответствия. Примерное соотношение типов вопросов следующее: закрытая форма с одним ответом – 40%, закрытая форма с несколькими ответами – 20%, задания на установление соответствия – 25%, открытые задания – 15%.

Тестовые задания предусматривают ответ в виде букв, цифр, последовательности цифр, комбинаций цифр с буквами или фраз, которые необходимо записать в лист ответов установленного образца напротив номера задания. Лист ответов заполняется ручкой синего или черного цвета, на титульном листе фиксируется номер варианта письменной работы.

3. Перечень вопросов для подготовки к сдаче вступительного испытания

Раздел 1 «Общая и неорганическая химия. Кристаллохимия »

Основные понятия и законы химии. Основные понятия химии. Основные законы химии. Способы выражения концентрации частиц. Классы неорганических соединений, их свойства и способы получения. Окислительно-восстановительные реакции (ОВР) и ионные уравнения реакций.

Строение атома. Доквантовохимические модели атома. Основы квантовой

механики, уравнения Шредингера. Квантово-механическая модель атома. Строение атомных ядер. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева.

Химическая связь. Типы химической связи, длина и энергия связи, валентный угол. Ионный тип связи и его свойства. Ковалентная связь и ее свойства. Метод валентных связей (ВС). Метод отталкивания валентных электронных пар (ОВЭП или метод Гиллеспи). Метод молекулярных орбиталей (МО). Невалентные силы: водородная связь, металлическая связь, силы межмолекулярного взаимодействия, зонная теория твердого тела.

Основы термодинамики. Термодинамические функции: понятие о системе, внутренняя энергия (ΔU), энтальпия (ΔH), I-й закон термодинамики, закон Кирхгофа. Основы термохимии: закон Гесса, следствия из закона Гесса. Энтропия (S), II-й закон термодинамики. Энергия Гиббса (ΔG) и энергия Гельмгольца. Константа равновесия. Связь между константой равновесия и энергией Гиббса. Направления протекания реакций.

Основы кинетики. Скорость реакции, закон действующих масс, порядок и молекулярность реакции, константа скорости, механизм реакции. Уравнения Аррениуса, теория активных столкновений, теория абсолютных скоростей, уравнение Эйринга-Поляни. Влияние факторов на скорость реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Кинетика сложных реакций.

Растворы неэлектролитов. Термодинамика процесса растворения, типы растворов, зоны в растворе, изменение термодинамических функций при образовании зон, правило фаз Гиббса, диаграммы однокомпонентных и двухкомпонентных систем. Коллигативные свойства растворов.

Растворы электролитов. Процессы ионизации и диссоциации, закон разбавления Оствальда. Вода как растворитель, ионное произведение воды. pH раствора, индикаторы и буферные растворы. Колигативные свойства растворов электролитов. Гетерогенные равновесия. Растворы сильных электролитов, теория Дебая-Хюккеля. Гидролиз. Теории кислот и оснований.

Основы электрохимии. Окислительно-восстановительный процесс (ОВП), окислительно-восстановительная реакция (ОВР). Гальванические элементы, аккумуляторы, коррозия металлов. Электролиз в расплаве и в растворе, законы Фарадея.

Координационные соединения. Классификация координационных соединений. Строение координационных соединений. Равновесия в растворах координационных соединений.

Химия элементов. Инертные газы. Водород. Общая характеристика галогенов. Соединения галогенов с водородом. Галогеноводородные кислоты. Галогениды. Оксиды галогенов. Кислородсодержащие соединения галогенов. Общая характеристика халькогенов. Кислород. Халькогеноводороды, халькогениды. Полисульфоновые кислоты. Оксиды p-элементов VI группы. Кислородсодержащие кислоты Se, Te. Кислородсодержащие кислоты серы. Общая характеристика p-элементов V-группы. Водородные соединения p-элементов V-группы. Аммиак. Оксиды и кислородсодержащие кислоты азота и их соли. Кислородсодержащие соединения фосфора, мышьяка, сурьмы и

висмута. Сульфиды, галогениды и оксогалогениды p-элементов V-группы. Общая характеристика p-элементов IV-группы. Гидриды. Соединения углерода и их химические свойства. Соединения кремния. Свойства соединений германия, олова и свинца. Общая характеристика p-элементов III-группы. Бораны, бориды, боргидриды металлов. Другие бинарные соединения бора. Кислоты бора. Их соли. Химические свойства соединений алюминия и элементов подгруппы галлия. Общая характеристика s-элементов I и II групп. Кислородсодержащие соединения. Их свойства. Синтез. Применение.

d-элементы IV группы. Общая характеристика соединений элементов подгруппы титана. Состояние ионов титана, циркония, гафния (+4) в растворе. Общая характеристика d-элементов V группы. Соединения элементов подгруппы ванадия в различных степенях окисления. Их свойства. Состояние ионов ванадия и ниобия в растворе. Общая характеристика d-элементов VI группы. Соединения хрома. Состояние ионов хрома в растворе. Соединения молибдена, вольфрама. Их свойства. Состояние ионов молибдена и вольфрама в растворе. Общая характеристика d-элементов VII группы. Соединения элементов подгруппы марганца. Свойства бинарных и сложных соединений элементов подгруппы марганца. Общая характеристика d-элементов VIII группы. Семейство железа. Платиновые металлы и их соединения. Бинарные соединения и их свойства. Общая характеристика d-элементов I группы. Кислородсодержащие соединения подгруппы меди, их свойства. Состояние ионов в растворе. Бинарные соединения и комплексные соединения элементов подгруппы меди. Общая характеристика элементов подгруппы цинка. Свойства оксидов и гидроксидов. Состояние ионов в растворе. Бинарные соединения и их свойства. Комплексные соединения элементов.

Кристаллохимия. Симметрия внешних форм кристаллов. Площадь, ось и центр симметрии. Инверсионные и зеркально-поворотные оси. Вид симметрии. Категории и сингонии, их общие и отличительные признаки. Кристаллическая решетка. Трансляция, плоскость скольжения и винтовые оси симметрии. Ячейки Браве. Кристаллическая структура. Факторы, определяющие структуру кристаллов. Структурные типы металлов, интерметаллидов, простых веществ-неметаллов. Структуры бинарных неорганических соединений непереходных и переходных металлов. Структуры тройных неорганических соединений.

Раздел 2 «Аналитическая химия»

Предмет и методы аналитической химии. Аналитическая химия как наука. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности, обеспечения экспресности, анализ без разрушения, локальный анализ, дистанционный анализ. Виды анализа. Методы аналитической химии. Сенсоры и тест-методы. Стандартные и нестандартные методы анализа. Аналитический сигнал в химических и инструментальных методах анализа. Свойства аналитического сигнала.

Пробоотбор и пробоподготовка. Теоретические основы отбора представительной пробы твердых, жидких и газообразных веществ. Основные приемы пробоподготовки.

Основные типы химических реакций в аналитической химии. Константы равновесия реакций и процессов. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Теоретические расчеты их активности и концентрации. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Коэффициенты активности.

Скорость реакции в химическом анализе. Кинетические методы анализа.

Кислотно-основные реакции. Теоретические расчеты pH растворов кислот, оснований, солей и их смесей. Буферные растворы. Буферная емкость.

Реакции комплексообразования. Функционально-аналитические группы. Влияние их природы, расположения, стереохимии молекул реагента на его взаимодействие с неорганическими ионами. Теория аналогий взаимодействия ионов металлов с неорганическими реагентами типа H_2O, NH_3 и H_2S и кислород-, азот-, серосодержащими органическими реагентами. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Ионные ассоциаты.

Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Теоретические расчеты направления аналитических реакций и константы равновесия редокс реакций.

Методы выделения, разделения и концентрирования. Экстракция. Закон распределения. Типы экстракционных систем. Реэкстракции. Разделение элементов методом экстракции. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор разделения.

Методы осаждения и соосаждения. Групповые реагенты и требования к ним. Разделение катионов и анионов на аналитические группы. Схемы систематического анализа.

Хроматографические методы анализа. Теоретические основы метода. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике исполнения. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный).

Другие методы разделения и концентрирования. Электрохимические методы. Отгонка (дистилляция, сублимация). Мембранные методы. Сорбция. Флотация.

Идентификация и определение веществ химическими и инструментальными методами. Маскировка и демаскировка в аналитической химии.

Метрологические основы химического анализа. Классификация погрешностей анализа. Способы оценки правильности. Стандартные образцы. Статистическая обработка результатов. Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа. Организация и методология метрологического обеспечения деятельности аналитической службы. Аккредитация лабораторий.

Гравиметрический анализ. Теоретические основы метода. Осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Требования к осадительной и гравиметрической формам. Изменение состава осадка при высушивании и прокаливании. Термогравиметрический анализ. Электрогравиметрия.

Титриметрические методы анализа. Кислотно-основное титрование.

Теоретические основы метода. Титранты. Кислотно-основные индикаторы. Кривые титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Погрешности титрования.

Методы окислительно-восстановительного титрования. Теоретические основы метода. Перманганатометрия. Иодометрия и иодиметрия. Дихроматометрия. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы.

Осадительное титрование. Теоретические основы метода. Кривые титрования и способы установления конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования.

Комплексонометрическое титрование. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексонометрии. Кривые титрования. Металлохромные индикаторы. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования. Практическое применение.

Электрохимические методы анализа. Общая характеристика классификация методов. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения.

Потенциометрия. Теоретические основы метода. Классификация ионселективных электродов. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Биосенсоры. Потенциометрическое титрование.

Кулонометрия. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование.

Вольтамперометрия. Теоретические основы метода. Электроды. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Уравнение Ильковича. Потенциал полуволны. Современные виды вольтамперометрии Амперометрическое титрование.

Спектроскопические методы анализа. Основные законы излучения и поглощения электромагнитного излучения. Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого компонента.

Атомно-эмиссионный метод. Теоретические основы метода и аналитический сигнал. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода. Аппаратура. Качественный и количественный атомно–эмиссионный анализ.

Атомно-абсорбционный метод. Аналитический сигнал. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода. Аппаратура. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения.

Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Теоретические основы метода. Аппаратура. Классификация аппаратуры согласно способу монохроматизации (фотометры, спектрофотометры). Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения (инструментальные и физико-химические). Фотометрические аналитические реагенты. Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Выбор оптимальных условий анализа. Анализ многокомпонентных систем. Метрологические

характеристики и аналитические возможности.

Методы колебательной спектроскопии. Колебательные спектры молекул. Их особенности. Классификация методов по способам получения колебательных спектров (ИК- и КР-спектроскопия). Принципиальная схема прибора. Основные типы источников излучения, детекторов. Качественный (молекулярный, структурно-групповой) и количественный анализ методами ИК- и КР–спектроскопии.

Люминесцентный анализ. Теоретические основы метода. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода.

Другие методы анализа. Масс–спектрометрия. Хромато-масс-спектрометрия. Резонансные (ЭПР-, ЯМР-спектроскопия) и ядерные методы. Рентгеновская спектроскопия. Радиоактивационный анализ. Анализ без разрушения пробы. Дистанционный анализ. Анализ поверхности.

Раздел 3 «Квантовая механика и квантовая химия. Строение вещества»

Экспериментальные основы квантовой механики. Объекты макромира и микромира. Кванты электромагнитного излучения. Энергия и импульс квантов электромагнитного излучения. Законы сохранения энергии и импульса фотона электромагнитного излучения.

Основы квантовой механики. Планетарная модель атома (модель Резерфорда). Теорема Ирншоу. Постулат Бора о квантовании момента импульса электрона (правило квантования). Энергия и радиус боровской орбиты. Правило частот Бора. Уравнение де Бройля. Волновой постулат стационарности боровской электронной орбиты. Статистическое толкование волн де Бройля.

Математический аппарат квантовой механики. Операторы, линейные операторы, правила действия пары операторов на функцию. Условия линейности операторов. Порядок действия линейных операторов на функцию. Коммутирующие и эрмитовы операторы. Операторное уравнение на собственные значения. Собственные функции и собственные значения оператора. Теорема о собственных значениях операторного уравнения.

Постулаты квантовой механики. Постулат о способе преобразования уравнений классической механики в уравнение квантовой механики. Операторы времени, координаты, импульса, кинетической и потенциальной энергии. Оператор кинетической энергии микрообъектов, движущихся в трехмерном пространстве. Постулат о функции состояния объектов микромира. Условия нормирования, ортогональности и ортонормирования волновых функций. Постулат Шредингера. Постулат о суперпозиции состояний объектов микромира. Постулат о антисимметричных свойствах функции состояния системы микрообъектов.

Квантовая механика модельных систем. Гамильтониан и волновое уравнение для частицы, которая движется в одномерной потенциальной яме. Решение стационарного уравнения Шредингера для частицы, которая свободно движется в одномерной потенциальной яме. Квантование энергии частицы, свободно движущейся в одномерной потенциальной яме. Вероятность местонахождения частицы, которая свободно движется в одномерной

потенциальной яме при n = 1,2,3. Узловые точки. Гамильтониан и волновое уравнение для атома водорода.

Основные приближения расчета энергии и электронной структуры химических соединений. Вариационная теорема. Пробные и точные волновые функции. Вариационный метод Ритца. Гамильтониан и волновое уравнение для стационарного состояния многоатомных систем. Приближение Борна-Оппенгеймера. Электронное стационарное уравнение Шредингера. Электронная энергия многоатомных систем в приближении Борна-Оппенгеймера. Полная энергия образования многоатомных систем в приближении Борна-Оппенгеймера. Одноэлектронное приближение Хартри. Многоэлектронная волновая функция Хартри. Приближение самосогласованного поля Хартри. Потециал Хартри межэлектронного взаимодействия. Многоэлектронная волновая функция Слэтера. Приближение Хартри-Фока.

Теория молекулярных орбиталей. Молекулярные орбитали, приближение линейной комбинации атомных орбиталей. Атомные орбитали - базисные волновые функции. Квантовые числа. Модель атома в валентном приближении. Количество молекулярных орбиталей, описывающих электронное состояние химической частицы. Занятые электронами и вакантные МО. Граничные МО.

Квантовохимический расчет молекулярных параметров. Потенциал ионизации и сродство электронно-молекулярных систем по теореме Купманса. Анализ электронной заселенности атомов, электронная плотность и электронный заряд на атомах в молекулах в приближении Малликена. Порядок химической связи по Коулсону. Энергия диссоциации химических соединений на радикалы или ионы. Основное, возбужденное синглетное и триплетное электронное состояние молекулярных систем и их спиновая мультиплетность. Заряд и спиновая мультиплетность радикалов, ионов и ион-радикалов химических частиц.

Химическая связь. Структурно-химическая организация веществ в твердом, жидком и газообразном состояниях. Концепции электрохимического дуализма, валентности, в теории химической связи. Орбитально-зарядная концепция теории химической связи: связывающие и несвязывающие электронные пары; связывающие и антисвязывающие комбинации АО; принцип орбитального соответствия. Энергия двухатомных взаимодействий (E_{AB}) в приближении Малликена: резонансные и обменные двухатомные взаимодействия, электростатические двухатомные взаимодействия. Энергия диссоциации химических соединений. Концепция сил в теории химической связи: теорема Гельмана-Фейнмана, природа химической связи в приближении электростатической теоремы Гельмана-Фейнмана, теорема вириала, природа химической связи в приближении теоремы вириала.

Атомно-молекулярная архитектура химических соединений. Поверхность потенциальной энергии молекулярных систем и ее свойства. Равновесное состояние в молекулярных системах. Понятие о длине химической связи. Физические явления, на которых основываются спектроскопические и дифракционные методы определения параметров молекулярной структуры. Возможности и ограничения метода рентгеноструктурного анализа в

структурной химии. Возможности и ограничения метода газовой электронографии в структурной химии. Экспериментальные факты влияния кристаллического окружения на молекулярную структуру. Молекулярные конформации и конформеры химических соединений. Количественный состав смеси конформеров, определение константы конформационного равновесия с больцмановского распределения конформеров в их смеси, определение конформационного состава смеси конформеров методами молекулярной спектроскопии (метод Морино-Ватанабе-Мидзусими), методом дипольных моментов.

Молекулярная ионизация. Вертикальная и адиабатическая ионизация молекулярных систем. Приближение Франка-Кондона. Вертикальный потенциал ионизации, вертикальное сродство к электрону, адиабатический потенциал ионизации, адиабатическое сродство к электрону, их определение квантовохимическими методами. Потенциал ионизации и сродство к электрону молекулярных систем в приближении теоремы Купманса.

Молекулярная поляризация. Постоянные электрические дипольные моменты химических соединений. Природа постоянного электрического дипольного момента молекулярных систем. Расчет методами МО ЛКАО зарядовой компоненты дипольного момента химических соединений. Молекулярная поляризация и поляризованость. Уравнение Клаузиуса-Моссоти. Индуцированный дипольный момент и поляризованость химических соединений. Электронная поляризация химических соединений. Связь электронной поляризации с показателем преломления вещества (уравнение Лоренца-Лорентца). Атомная поляризация химических соединений. Связь атомной поляризации со спектральными характеристиками вещества. Ориентационная поляризация химических соединений. Связь ориентационной поляризуемости с постоянным электрическим дипольным моментом химических соединений. Уравнение Дебая. Связь постоянного электрического дипольного момента молекул вещества с ее макроскопическими характеристиками: ε, n_D, d. Экспериментальное определение постоянных электрических дипольных моментов

Раздел 4 «Органическая химия»

Строение органических соединений. Теория химического строения А.М. Бутлерова. Изомерия. Основы учения о пространственном строении органических соединений. Виды пространственной изомерии - геометрическая и оптическая. Типы химической связи в органических соединениях. Типы гибридизации атома углерода и направленность гибридных орбиталей в пространстве. σ– и π–связь. Теория электронных смещений: индукционный эффект, эффект конъюгации. Гиперконьюгация. Классификация органических реакций. Реагенты радикальные, электрофильные и нуклеофильные. Понятие о механизме реакции. Номенклатура ИЮПАК органических соединений.

Алканы. Гомологический ряд алканов. Изомерия: структурная и оптическая. Конформации. Понятие о конформационном анализе. Методы получения. Физические свойства алканов, закономерности их изменения в

гомологическом ряду. Химические свойства. Реакции радикального замещения. Реакционная способность и селективность первичного, вторичного и третичного атомов углерода. Строение и стабильность свободных радикалов. Реакции дегидрирования, окисления, преобразования при высоких температурах, их промышленное значение.

Алкены. Гомологический ряд алкенов. Изомерия. Методы получения. Электрофильное присоединения, механизм. Понятие о π- и σ-комплексах. Карбкатионы, их стабильность в зависимости от строения. Правило Марковникова. Радикальное присоединение к алкенам. Перекисный эффект Караша. Каталитическое гидрирование, реакция гидроборирования. Циклоприсоединения по двойной связи. Окисление по Вагнеру, по Прилежаеву. Деструктивное окисление двойной связи, его использование и установление строения алкенов. Реакции алкилирования алкенами. Полимеризация. Реакции в аллильное положение.

Алкадиены. Классификация. Изомерия. Конъюгированные диены: бутадиен, изопрен. Получение. 1,2 и 1,4-присоединение по электрофильным механизму. Присоединение водорода. Диеновый синтез Дильса-Альдера. Синтетический и природный каучуки, их строение. Вулканизация каучука. Резина.

Алкины. Гомологический ряд алкинов. Изомерия. Методы получения. Природа тройной связи. Присоединение к алкинам. Механизм электрофильного и нуклеофильного присоединения к алкинам. Гидрирование алкинов. С-Н-кислотность ацетилена. Конденсация алкинов с альдегидами и кетонами. Ди-, три- и тетрамеризация ацетилена.

Алициклические углеводороды (циклоалканы, алкены, диены). Классификация. Современные представления о строении, устойчивость циклоалканов. Конформация циклов. Аксиальные и экваториальные связи. Номенклатура. Методы получения. Химические свойства. Изомеризация циклов. Специфические реакции малых циклов. Циклоалкены и циклоалкадиены. Методы получения, свойства. Необратимый катализ Зелинского. Понятие о терпенах.

Арены. Современные представления о природе и критерии ароматичности. Правило Хюккеля. Небензоидные ароматические системы. Гомологический ряд бензола. Изомерия, номенклатура, строение. Характер С-С связи в бензоле. Энергия резонансной стабилизации. Промышленные и лабораторные методы получения аренов. Особенности физических и химических свойств бензола и его производных. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре. Механизм этих реакций, π- и σ-комплексы. Влияние заместителей в бензольном ядре на его реакционную способность. Правила ориентации. Реакции присоединения в бензоле. Озонолиз бензола, окисление в малеиновый ангидрид, изомеризации при освещении. Реакции с участием боковых цепей аренов. Многоядерные арены с неконденсированными ядрами: дифенил, соединения ди- и трифенилметанового ряда. Методы получения. Реакции в ядро и по метановым атомам углерода. Трифенилметильный радикал, катион и анион. Причины, определяющие их стабильность. Красители трифенилметанового ряда. Арены с

конденсированными ядрами линейного и ангулярного строения. Сравнительная оценка ароматической характеристики бензола, нафталина, фенантрена и их энергии делокализации. Нафталин. Синтез из соединений ряда бензола. Реакции электрофильного замещения. Правила ориентации при электрофильном замещении. Окисление и гидрирование. Антрацен и фенантрен. Методы получения. Особенности реакции электрофильного замещения. Реакции присоединения, окисления и восстановления.

Галогенпроизводные. Методы получения. Строение и химические свойства. Реакция нуклеофильного замещения галогенов в алкилгалогенидах. Механизм S_N1 и S_N2. Стереохимия реакций в зависимости от механизма. Влияние электронных и стерических факторов в субстрате, природы уходящей группы реагента, растворителя. Амбидентатные ионы. Механизм нуклеофильного замещения в арилгалогенидах и их особенности. Реакции отщепления галогеноводородов. Правило Зайцева. Механизм Е1 и Е2. Конкуренция реакций замещения и отщепления. Взаимодействие галогенпроизводных с металлами, участие в реакциях алкилирования. Методы получения и свойства.

Гидроксильные соединения. Спирты и фенолы. Метод получения. Физические свойства. Водородная связь и ее влияние на температуры кипения и плавления. Химические свойства спиртов и фенолов. Кислотность. Особенности фенольного гидроксила. Основные и нуклеофильные свойства оксипроизводных, алкоголятов и фенолятов. Нуклеофильное замещение. Получение простых и сложных эфиров. Окисление спиртов и фенолов. Специфические свойства спиртов. Внутренняя и межмолекулярная дегидратация спиртов. Специфические свойства фенолов. Реакции электрофильного замещения в фенолах. Активирующие и ориентирующие влияния гидроксила. Конденсация фенола с формальдегидом. Ненасыщенные спирты. Енолы, их таутомерное равновесие с карбонильными соединениями. Правило Эльтекова-Эрленмейера. Фенолы как устойчивые енолы. Гликоли. Глицерин. Методы получения. Особенности химических свойств.

Простые эфиры. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Получение. Химические свойства. Циклические простые эфиры. Оксид этилена. Устойчивость α-оксидов. Реакции нуклеофильного присоединения. Эпоксидные смолы. Краунэфиры.

Карбонильные соединения. Классификация. Номенклатура. Методы получения. Строение карбонильной группы. Химические свойства альдегидов и кетонов, нуклеофильное присоединение и замещение. Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов и углеводородов. Окисление альдегидов и кетонов. Альдольно-кротоновая конденсация. Метиленовая и карбонильная компоненты. Сравнительная характеристика свойств альдегидов и кетонов. Ненасыщенные карбонильные соединения. Кетены. Получение и свойства. Конъюгация карбонильной и этиленовой двойной связи. Особенности реакций присоединения (1,2 и 1,4-присоединение). Дикарбонильные соединения. Классификация, получение, особенности химических свойств. Хиноны. Получение. Свойства.

Карбоновые кислоты. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Методы получения. Строение карбоксильной группы. Ассоциация карбоновых кислот. Влияние электронных эффектов заместителей на кислотные свойства. Реакции карбоновых кислот: получение функциональных производных, галогенирование по Гелю-Фольгарду-Зелинскому, декарбоксилирование, отношение к окислителям и восстановителям. α-, β- ненасыщенные кислоты. Особенности химического поведения, обусловленные конъюгацией двойной связи и карбоксильной группы. Дикарбоновые кислоты. Малоновая кислота и ее эфир. СН-кислотность метиленовой группы.

Функциональные производные карбоновых кислот, их свойства. Соли. Сложные эфиры. Галогенгидриды и ангидриды карбоновых кислот. Нитрилы и амиды.

Азотсодержащие соединения. Классификация. Нитросоединения. Номенклатура. Методы получения. Строение нитрогруппы, ее электроноакцепторный характер. Кислотность и таутомерия алифатических нитросоединений (ацинитросоединения). Восстановление нитросоединений. Нуклеофильное замещение в нитропроизводных бензола, комплекс Мейзингеймера. Амины. Номенклатура. Изомерия. Стереохимия третичных аминов и четвертичных аммониевых солей и оснований. Методы извлечения первичных, вторичных и третичных аминов. Основность и нуклеофильность аминов. Реакции аминов как нуклеофильних реагентов. Диазосоединения: ароматические и алифатические. Получение. Строение и таутомерия ароматических диазосоединений. Реакции диазосоединений с выделением и без выделения азота. Реакции азосочетания. Азокрасители. Диазометан. Методы получения, строение, свойства. Строение и реакционная способность карбенов.

Элементоорганические соединения. Классификация. Номенклатура. Общая характеристика элементорганических соединений и характер связи между углеродом и элементом в зависимости от его положения в периодической системе. Серосодержащие органические соединения. Классификация. Тиолы. Сульфиды. Сульфоны и сульфоксиды. Сульфокислоты. Строение. Методы получения. Свойства. Сульфамидные препараты. Фосфорорганические соединения. Классификация: фосфин и алкилфосфины, фосфиновая, фосфоновая кислоты, фосфиноксид. Методы получения, взаимные превращения, реакция Арбузова. Кремнийорганические соединения, их классификация, номенклатура. Методы получения, свойства, синтез полимеров. Металлорганические соединения. Номенклатура. Общие методы получения, свойства.

Гидроксикислоты. Классификация. Номенклатура. Атомность. Основность. Изомерия. Относительная (D-, L-) и абсолютная (R-,S-) - конфигурация оптических изомеров. Правило Ингольда-Кана-Прелога. Методы получения: общие и специфические. Химические свойства: общие и специфические.

Оксокислоты. Классификация, изомерия, номенклатура и строение. Общие и специфические методы получения. Общие и специфические свойства оксокислот. Ацетоуксусный эфир, выделение таутомерних форм, причины относительной стабильности енольной формы. Реакции кетонной и енольной

форм ацетоуксусного эфира.

Аминокислоты. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Природные аминокислоты, их стереохимия. Общие и специфические методы получения. Физические свойства, бетаины (цвиттер-ионы). Амфотерность. Химические свойства: общие и специфические. Пептиды и полипептиды. Пептидная связь, методы получения пептидов и полипептидов. Белки, их общая характеристика. Представление о строении белков: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры.

Углеводы. Классификация. Моносахариды: пентозы, гексозы, альдозы, кетозы. Стереоизомерия моноз. Абсолютная и относительная конфигурации. D- и L- ряды, их стереохимическое родство с глицериновым альдегидом. Кольчато-цепная таутомерия. Мутаротация, α- и β-аномеры, гликозидный гидроксил. Проекционные формулы Фишера и перспективные формулы Хеуорса. Пространственное строение альдогексоз - форма "кресло". Пиранозные и фуранозные циклы. Методы сокращения и увеличения цепи моносахаридов. Свойства, реакции открытой и циклической форм. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Свойства. Полисахариды. Крахмал, гликоген, целлюлоза (клетчатка). Свойства.

Гетероциклы. Классификация. Номенклатура. Ароматические гетероциклы. Характер делокализации π-электронов в пяти- и шестичленных гетероциклах. Влияние гетероатома. Сравнительная характеристика ароматичности бензола и ароматических гетероциклов. Пятичленные гетероциклы. Строение, ароматичность. Влияние природы гетероатома на ароматичность, ненасыщенность и ацидофобность. Общие и специфические методы синтеза. Взаимные превращения гетероциклов. Химические свойства. Основность и кислотность. Ацидофобность фурана, пиррола и индола. Восстановление. Взаимное влияние атомов в имидазоле и пиразоле. Методы получения. Реакции электрофильного замещения. Частичное и полное восстановление. Шестичленные гетероциклы. Пиридин. Строение. Получение. Реакционная способность. Хинолин, изохинолин, акридин. Строение. Ароматичность. Сравнительная реакционная способность. Получение. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения. Основные свойства. Диазины: пиразин, пиримидин, пиридазин. Строение. Сравнительная реакционная способность. Методы получения. Нуклеофильное и электрофильное замещение. Основные свойства. Реакции окисления-восстановления. Пиримидиновые основания, их синтез. Пурин, строение. Производные пурина: гуанин, аденин, гипоксантин, ксантин, мочевая кислота.

Раздел 5 «Физическая химия»

Часть 1. Химическая термодинамика.

Основные положения химической термодинамики. История развития физической химии как самостоятельной науки. Термодинамические системы и процессы. Классификация и методы их описания.

Первый закон термодинамики. Первый закон термодинамики, внутренняя энергия как функция состояния системы. Работа расширения и адиабатический

процесс для идеального газа. Калорические коэффициенты. Теплоемкость при постоянном объеме и температуре. Зависимость теплоемкости от температуры. Энтальпия как функция состояния системы. Температурная зависимость энтальпии реакции.

Термохимия. Стандартные состояния и условия, простые вещества. Закон Гесса, термохимические схемы. Вычисления стандартной энтальпии реакции с использованием стандартных теплот образования, сгорания, растворения, разведения. Приближенные методы расчета теплот образования и сгорания.

Второй закон термодинамики. Постулаты Клаузиуса и Кельвина (Томсона). Цикл Карно, уравнение Клаузиуса. Энтропия как функция состояния, выражение второго закона термодинамики в виде неравенства Клаузиуса. Закон возрастания энтропии, критерии протекания спонтанных процессов в изолированной системе. Второй закон термодинамики в формулировке Пригожина, производство энтропии при установлении теплового баланса. Изменение энтропии при протекании произвольного процесса в произвольной системе. Энтропия в различных процессах с идеальным газом, изменение энтропии при фазовых переходах. Теорема Нернста, постулат Планка, вычисления энтропии системы при температуре Т.

Характеристические функции и термодинамические потенциалы. Свободная энергия Гиббса и свободная энергия Гельмгольца как функции состояния системы. Термодинамические потенциалы и характеристические функции. Зависимость свободной энергии Гиббса и свободной энергии Гельмгольца от температуры и давления для идеальных и реальных газов, фугитивность и коэффициент фугитивности. Химический потенциал как критерий термодинамического равновесия и спонтанного протекания процессов в открытых системах. Соотношение Максвелла, уравнение Гиббса-Дюгема. Общие критерии термодинамического равновесия и спонтанного протекания процессов в изолированных, закрытых и открытых системах.

Термодинамика растворов. Термодинамические функции идеальных растворов газов. Равновесие жидкий раствор - насыщенный пар. Выражение химического потенциала компонентов раствора через давление насыщенного пара и фугитивнисть. Законы Рауля и Генри, идеальные и предельно разбавленные растворы. Реальные растворы, активность компонентов раствора, коэффициент активности. Растворимость твердых веществ с образованием идеальных и неидеальных растворов. Температура кристаллизации и кипения растворов нелетучих веществ. Явление осмоса, термодинамика осмотического давления, уравнение Вант-Гоффа. Обратный осмос. Первый закон Коновалова, фракционная перегонка, ректификация. Второй закон Коновалова, азеотропные растворы.

Фазовое равновесие в однокомпонентных системах. Равновесие фаз в однокомпонентных системах, условия равновесия, правило фаз Гиббса. Давление насыщенного пара и его зависимость от температуры. Фазовые переходы первого и второго рода. Диаграмма состояния воды, фазовые поля, фигуративные точки, линии фазового равновесия и их уравнения, тройная точка, критическое состояние. Диаграмма состояния диоксида углерода, сублимация и

десублимация. Диаграмма состояния серы, метастабильные состояния, енантиотропные фазовые переходы. Монотропные фазовые переходы, диаграмма состояния бензофенон, правило Оствальда.

Фазовое равновесие в двухкомпонентных системах. Диаграмма состояния двухкомпонентных систем с простой эвтектикой, правило рычага. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем с образованием ограниченных и неограниченных растворов в твердых фазах. Диаграмме состояния двухкомпонентных систем с образованием химического соединения, которые плавятся конгруэнтно и инконгруентно. Жидкости, которые ограниченно смешиваются, верхняя и нижняя критические температуры растворимости, определение, правило Алексеева. Принципы построения диаграмм фазового равновесия, кривые охлаждения, термический анализ.

Фазовое равновесие в трехкомпонентных системах. Треугольные диаграммы и их свойства. Диаграммы состояния трехкомпонентных смесей жидкостей с ограниченной взаимной растворимостью. Закон распределения и экстракция.

Химическое равновесие. Прямая и обратная реакции, , термодинамические условия химического равновесия. Закон действия масс, термодинамический вывод константы равновесия. Изобарный потенциал химической реакции, уравнение изотермы химической реакции. Стандартный изобарный потенциал химической реакции. Соотношение между константами равновесия, влияние давления на химическое равновесие. Принцип Ле-Шателье-Брауна, применение реакции синтеза аммиака. Зависимость химического равновесия от температуры в узком диапазоне температур. Химическое равновесие при протекании химической реакции в гетерогенных системах.

Часть 2. Химическая кинетика и катализ

Формальная кинетика. Скорость и константа скорости химической реакции. Основной постулат химической кинетики. Порядок и молекулярность реакции. Необратимые реакции. Реакции нулевого порядка. Мономолекулярная необратимая реакция первого порядка. Бимолекулярная необратимая реакция второго порядка. Необратимая реакция n-го порядка. Методы определения общего порядка реакции. Методы определения порядка реакции по веществу. Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса.

Кинетика сложных реакций. Обратимые реакции. Мономолекулярная обратимая реакция первого порядка. Параллельные реакции. Последовательные реакции. Приближенные методы химической кинетики: метод квазистационарных концентраций; метод квазистационарного равновесного приближения.

Теоретические представления химической кинетики. Теория активных столкновений. Применение молекулярно-кинетической теории идеальных газов в химической кинетике. Эффективный диаметр столкновения. Гипотеза активных столкновений. Применение теории столкновений к бимолекулярной реакции. Расчет константы скорости. Теория активного комплекса. Поверхность потенциальной энергии. Активный комплекс и координата реакции. Профиль

пути реакции. Вывод основного уравнения теории активного комплекса для бимолекулярных реакций. Свободная энергия активации. Моно- и тримолекулярные реакции в теории столкновений и активного комплекса. Мономолекулярные реакции по теории активных столкновений и их бимолекулярный механизм активации. Мономолекулярные реакции и теория активного комплекса. Тримолекулярные реакции в теории столкновений и активного комплекса. Реакции в растворах. Применение теории активных столкновений к реакциям в растворе. Реакции в растворе и теория активного комплекса. Уравнение Бренстеда-Бьеррума. Влияние ионной силы на скорость реакции.

Кинетика цепных и фотохимических реакций. Основные стадии цепной реакции. Длина цепи и звено цепи. Кинетика неразветвленных цепных реакций на примере реакции образования фосгена. Разветвленные цепные реакции. Полуостров воспламенения. Стадии фотохимической реакции. Законы фотохимии. Квантовый выход. Основные типы фотохимических реакций. Различия между фотохимическими и темновыми реакциями.

Гомогенный катализ. Основы гомогенного катализа по Шпитальскому. Слитный механизм и стадийный механизм гомогенного катализа. Общий кислотно-основной катализ. Первичный и вторичный солевые эффекты. Специфический кислотно-основной катализ. Функция кислотности Гаммета.

Гетерогенный катализ. Гетерогенный катализ. Основные стадии гетерогенной каталитической реакции. Характерные черты гетерогенного катализа. Активация в гетерогенных каталитических реакциях. Активированная адсорбция. Кинетическая и диффузионная области гетерогенно-каталитического процесса. Кинетика гетерогенных каталитических реакций в статических условиях. Истинная и кажущаяся энергии активации гетерогенных химических реакций. Теории гетерогенного катализа. Активные центры гетерогенных катализаторов. Мультиплетная теория катализа. Теория активных ансамблей. Катализаторы на носителях. Адсорбционные катализаторы. Каталитические свойства переходных металлов периодической системы.

Ферментативный катализ. Ферменты и их основная классификация. Основные стадии ферментативной реакции. Фермент-субстратный комплекс. Основы кинетики ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментена и способы его линеаризации.

Часть 3. Электрохимия

Теории электролитов. Основные положения теории Аррениуса. Недостатки этой теории. Причины электролитической диссоциации. Понятие средней активности и среднего коэффициента активности, их связь с активностью и коэффициентом активности отдельных ионов. Ионная сила раствора. Закон ионной силы. Основные положения теории Дебая-Хюккеля. Потенциал ионной атмосферы. Уравнение для коэффициента активности в I, II и III приближениях теории Дебая-Хюккеля. Современные представления о растворах электролитов.

Электропроводность электролитов. Неравновесные явления в растворах электролитов. Удельная и эквивалентная электропроводности, их зависимость от концентрации электролита. Метод измерения электропроводности.

Подвижность ионов. Закон Кольрауша. Зависимость предельной подвижности от радиуса иона (формула Стокса) и температуры (правило Вальдена-Писаржевского). Подвижность ионов гидроксония и гидроксила. Связь между подвижностью ионов и их концентрации. Основные положения теории Дебая-Хюккеля-Онзагера (электрофоретический и релаксационный эффекты, уравнение Онзагера; эффекты Вина и Дебая-Фалькенгагена). Числа переноса; их зависимость от температуры и концентрации электролита. Методы определения чисел переноса (метод Гитторфа и метод движущейся границы).

Ионные равновесия. Закон разбавления Оствальда (первая и вторая формы). Термодинамическая константа диссоциации. Применение теории Дебая-Хюккеля к слабым электролитам при определении термодинамической константы диссоциации. Истинная степень диссоциации. Вычисление истинной степени и термодинамической константы диссоциации слабых электролитов. Кислоты и щелочи. Двойное протолитическое равновесие. Истинная константа диссоциации. Гидролиз. Амфотерные электролиты. Цвиттер-ионы. Изоэлектрическая точка.

Электрохимические элементы. Электродвижущая сила (э.д.с.). Электрохимические элементы и э.д.с. Скачки потенциала и электродвижущая сила. Знаки и сложение э.д.с. элементов в электрохимическом цепи. Методы измерения э.д.с. Нормальный элемент Вестона. Равновесие в электрохимической цепи; уравнение Нернста. Применение II закона термодинамики к электрохимической цепи; уравнение Гиббса-Гельмгольца.

Электродные потенциалы. Типы электродов. Возникновение скачков потенциала на границе фаз. Строение границы электрод / раствор. Величина и знак электродного потенциала. Зависимость электродного потенциала от концентрации раствора электролита. Электроды сравнения (водородный, каломельный, хлорсеребряный). Электроды I и II рода. Окислительно-восстановительные электроды (хингидронный электрод).

Электрохимические элементы и цепи. Классификация электрохимических элементов (цепей). Концентрационные элементы без переноса. Концентрационные элементы с переносом. Диффузионный потенциал. Определение коэффициентов активности электролитов, чисел переноса и констант химического равновесия методом э.д.с. Химические источники тока, их основные виды и характеристики. Первичные источники тока. Аккумуляторы. Топливные и биотопливные элементы.

Кинетика электродных процессов. Стадии электрохимического процесса; понятие лимитирующей стадии. Плотность тока как мера скорости электрохимической реакции. Поляризация электродов и ее причины. Тока обмена. Уравнение Тафеля для электрохимической поляризации. Теория водородного перенапряжения. Уравнение концентрационной поляризации. Предельный диффузионный ток.

Раздел 6 «Коллоидная химия»

Введение в коллоидную химию. Основные понятия, объекты изучения и цель дисциплины. Признаки объектов коллоидной химии. Классификации дисперсных систем по разным признакам. Лиофильные и лиофобные

дисперсные системы. Коллоидное состояние вещества.

Поверхностные явления. Термодинамика поверхности. Свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Термодинамические функции поверхностного слоя. Межфазное натяжение на поверхности раздела взаимонасыщенных жидкостей, правило Антонова. Методы определения поверхностного натяжения легкоподвижных поверхностей.

Явления капиллярности и смачивания. Термодинамические условия смачивания и растекания на твердых и жидких поверхностях. Количественные характеристики смачивания. Избирательное смачивание. Смачивание реальных твердых тел, гистерезис смачивания. Капиллярное давление, уравнение Лапласа. Уравнение Жорена.

Адсорбция на поверхности раздела фаз. Адсорбция как произвольное концентрирование веществ на поверхности. Поверхностно-активные (ПАВ) и поверхностно-инактивные вещества. Поверхностная активность. Уравнение адсорбции Гиббса. Классификация ПАВ. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ. Уравнение Шишковского. Изменение поверхностной активности в гомологических рядах ПАВ. Работа адсорбции. Уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра. Связь уравнений Гиббса, Шишковского, Ленгмюра. Строение монослоев растворимых ПАВ. Двухмерное состояние вещества в поверхностном слое. Поверхностные пленки нерастворимых ПАВ. Адсорбция газов на твердой поверхности. Понятие о физической адсорбции и хемосорбции. Работа, теплота и энтропия адсорбции. Изотермы адсорбции газов. Теория адсорбционных сил. Теория адсорбции газов.

Электро-поверхностные явления в дисперсных системах. Двойной электрический слой (ДЭС), причины и механизмы его образования. Модели строения ДЭС. Электрокинетический потенциал. Электрокинетические явления (электрофорез, электроосмос, потенциалы течения и седиментации). Теория Гельмгольца-Смолуховского. Строение мицелл гидрофобных золей. Ионный обмен. Практическое применение электрокинетических явлений.

Лиофобные дисперсные системы. Методы получения лиофобных дисперсных систем. Применение эффекта Ребиндера и ПАВ для уменьшения работы диспергирования. Процессы диспергирования в природе и технике. Конденсационное образование дисперсных систем. Физическая и химическая конденсация. Основные методы очистки золей.

Лиофильные дисперсные системы. Термодинамика образования лиофильных коллоидов. Критерий Ребиндера-Щукина. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования. Строение прямых и обратных мицелл. Термодинамика мицеллообразования. Коллоидное растворение веществ в растворах ПАВ (солюбилизация). Практическое применение мицеллярных систем.

Оптические свойства дисперсных систем. Рассеяние и поляризация света коллоидными системами. Закон Рэлея. Поглощение света в дисперсных системах. Окраска золей. Оптические методы исследования коллоидных систем.

Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Универсальность молекулярно-кинетических свойств растворов и дисперсных

систем. Броуновское движение, диффузия, осмос в коллоидных системах. Седиментация в дисперсных системах. Седиментационный анализ суспензий.

Седиментационная и агрегативная устойчивость дисперсных систем. Нарушение агрегативной устойчивости дисперсных систем вследствие коалесценции, изотермической перегонки, коагуляции. Теория устойчивости лиофобных золей (ДЛФО). Факторы устойчивости лиофобных дисперсных систем. Защитные коллоиды. Механизмы коагуляции (концентрационный и нейтрализационный). Порог коагуляции. Кинетика коагуляции. Пептизация. Особенности структуры и устойчивости микрогетерогенных дисперсных систем. Методы получения, классификация, устойчивость и разрушение суспензий, эмульсий, пен, аэрозолей. Эмульгаторы, пенообразователи. Коагуляционные и конденсационно-кристаллизационные структуры.

Коллоидно-химические основы охраны природы. Коллоидно-химические процессы и системы, лежащие в основе методов очистки атмосферы и гидросферы. Методы разрушения аэрозолей, борьба с загрязнением атмосферы. Методы очистки природных и сточных вод.

Раздел 7 «Химия высокомолекулярных соединений»

Основные понятия и определения химии и физико-химии полимеров. Классификации и номенклатура высокомолекулярных соединений. Основные понятия: мономер, олигомер, полимер, макромолекула, повторяющееся звено и др. Номенклатура полимеров. Классификации полимеров по происхождению и химическому составу. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение (ММР) полимеров. Отличие понятия "молекулярная масса" для низкомолекулярных и высокомолекулярных соединений. Полимергомологи. Способы усреднения молекулярной массы. Степень полидисперсности полимеров.

Основные методы синтеза полимеров. Цепная полимеризация, ее особенности и основные стадии. Радикальная полимеризация, основные способы инициирования процесса. Кинетика радикальной полимеризации на начальных стадиях. Квазистационарное состояние. Средняя длина кинетической цепи. Энергетические характеристики радикальной полимеризации. Полимеризационно-деполимеризационное равновесие.

Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение в радикальной полимеризации. Реакции передачи цепи. Уравнение Майо. Влияние температуры на скорость и степень полимеризации. Термоинициированная, фотохимическая и радиационная полимеризация. Способы проведения полимеризации: в массе, в растворе, в суспензии, в эмульсии. Радикальная полимеризация в бинарной системе. Кинетика бинарной сополимеризации. Дифференциальное уравнение "мгновенного" состава сополимера Майо-Льюиса. Константы сополимеризации. Зависимость состава сополимера от состава исходной смеси мономеров. Влияние величин констант сополимеризации на состав сополимера.

Ионная и ионно-координационная полимеризация. Ионная полимеризация, основные ее отличия от радикальной полимеризации. Понятие

«живой» полимеризации. Катионная полимеризация. Мономеры и катализаторы катионной полимеризации. Кинетика катионной полимеризации. Анионная полимеризация: зарождение, рост и обрыв цепей. Кинетика анионной полимеризации. Полимеризация циклов. Термодинамика и механизм полимеризации циклических соединений. Активаторы полимеризации циклов.

Поликонденсация. Химические превращения полимеров. Поликонденсация. Мономеры, способные полимеризоваться по поликонденсационному механизму. Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов. Строение макроцепи. Степень поликонденсации и ее зависимость от глубины поликонденсации. Уравнение Карозерса и его анализ. Равновесная гомо- и гетерополиконденсация. Поликонденсационное равновесие. Неравновесная поликонденсация. Молекулярно-массовое распределение в линейной поликонденсации. Особенности химических реакций полимеров. Влияние различных факторов на реакционную способность функциональных групп в полимерах. Полимераналогичные превращения. Химические превращения полимеров без изменения степени полимеризации и с изменением степени полимеризации. Внутримолекулярные реакции.

Растворы полимеров. Растворы полимеров. Влияние различных факторов на растворение и набухание полимеров. Термодинамика растворов полимеров. Осмотическое давление растворов полимеров. Вириальные коэффициенты. Термодинамические критерии "качества" растворителя. Энтропия и теплота растворения полимеров. Концентрированные растворы полимеров и желе.

Раздел 8 «Химическая технология»

Основные понятия химической технологии. Основные понятия химической технологии. Классификация химико-технологических процессов. Критерии оценки эффективности химико-технологического процесса, материальный и энергетический баланс их расчет, способы представления.

Влияние температуры, давления, концентрации реагентов, инертных газов на равновесие и скорость в технологических процессах. Коэффициент скорости, поверхность соприкосновения, движущая сила процесса, способы их увеличения.

Основные виды технологических схем и способы их описания.

Процессы и аппараты химического производства.

Гидромеханические процессы, тепловые технологические процессы, массообменные технологические процессы. Движущая сила массообменных процессов. Аппараты в массообменных процессах.

Химические реакторы.

Способ подведения реагентов и отвода продуктов. Общая характеристика реакторов периодического, непрерывного, полупериодического действия. Режим движения и перемешивания реагентов. Реакторы идеального вытеснения и реактора полного смешивания. Адиабатические, изотермические и политермические реакторы.

Производство неорганических веществ.

Вода в химической промышленности. Показатели и основные методы очистки. Реагентное смягчения воды. Иониты, классификация и свойства. Ионообменные смягчения и обессоливания воды.

Физико-химические основы связывания атмосферного азота. Физико-химические основы производства азотной кислоты.

Производство азотных удобрений. Теоретические основы и технологическая схема производства карбамида с полным жидкостным рециклом.

Производство серной кислоты. Полная технологическая схема производства серной кислоты из серы методом "двойной контакт, двойная абсорбция".

Химические реакции и описание процесса производства кальцинированной и пищевой соды аммиачным методом. Технологическая схема производства кальцинированной соды аммиачным методом. Каустификация соды.

Физико-химические основы промышленного электролиза.

Основной (тяжелый) органический синтез, сырье, методы переработки. Общая характеристика технологии основного органического синтеза (ООС), сырьевая база этой отрасли промышленности. Нефть, ее состав, подготовка и способы первичной переработки; термический и каталитический крекинг, пиролиз. Методы переработки газообразных источников углеводородного сырья; методы абсорбции, адсорбции и гиперсорбции. Методы переработки твердых горючих ископаемых; особенности процессов полукоксования, коксования, газификации и гидрогенизация.

Производство углеводородного сырья. Получение насыщенных углеводородов, карбамидная депарафинизация, адсорбция на цеолитах, кристаллизации с применением выборочных растворителей. Получение ароматических соединений, каталитический риформинг. Получение синтез газа, высокотемпературная конверсия мазута и газификация угля. Промышленные способы получения ацетилена, карбидный и углеводородный способы.

Процессы гидрирования и дегидрирования. Характеристика процессов гидрирования и дегидрирования. Получение циклогексана гидрированием бензола, получения стирола дегидрированием этилбензола, способы получения бутадиена-1,3.

Процессы гидратации, дегидратации. Характеристика процессов. Получение этилового спирта прямой гидратацией этилена, методы получения глицерина, способы получения этилацетата.

Особенности и виды процессов окисления. Характеристика процессов. Формальдегид, способы получения; каталитическое окисление метана в формальдегид; методы получения фенола и ацетона, технология кумольного способа; етиленоксид, способы получения; получение малеинового и фталевого ангидрида.

Процессы галогенирования. Особенности процессов фторирования и иодирования. Газофазное хлорирование метана; получение 1,2-дихлорэтана; винилхлорид, способы получения. Реакции фторирования, фреоны, свойства и

получение.

Производство полимерных материалов, пластмассы. Классификация высокомолекулярных соединений. Методы синтеза ВМС. Инициаторы и механизмы полимеризации и поликонденсации. Промышленные способы проведения полимеризации и поликонденсации. Виды и характеристики полиэтилена; получение полиэтилена высокого и низкого давления. Полистирол и поливинилхлорид. Фенолформальдегидные смолы, способы производства новолачных и резольных смол. Аминопласты и эпоксидные полимеры.

Производство каучуков. Натуральный и синтетический каучуки. Каучуки общего назначения; методы получения натрий-бутадиенового, стереорегулярного бутадиенового, изопренового, бутадиен-стирольного и бутадиен-метилстирольного каучуков. Каучуки специального назначения; изобутиленовый, хлоропреновый, силоксановый, полисульфидный и полиуретановый каучуки. Производство резины, стадии технологического процесса, состав резиновой смеси.

Волокна. Классификация волокон, сырья, стадий технологического процесса. Искусственные волокна; производство вискозного и ацетатного волокон. Синтетические волокна; производство полиэфирных, полиамидных и полиакрилонитрильных волокон.

4. Структура экзаменационного билета

Тестовое задание состоит из 50 вопросов, в том числе по 10 вопросов по аналитической, неорганической, органической и физической химии, 3 вопроса по химической технологии и по химии высокомолекулярных соединений, 2 вопроса по коллоидной и по квантовой химии. Примерное соотношение типов вопросов следующее. Вопросы типа А: закрытая форма с одним ответом – 40%, закрытая форма с несколькими ответами – 20%. Вопросы типа В: задания на установление соответствия – 25%, открытые задания – 15%.

Образцы тестовых заданий

А01: Для каких процессов увеличение давления приведет к увеличению движущей силы?

1. ионообменное обессоливание;
2. экстракционное концентрирование растворов;
3. абсорбция в системе «жидкость - газ»
4. флотационное обогащение сырья;
5. высушивание твердых веществ.

А02: Псевдосжиженные системы способны:

1. принимать форму аппарата;
2. испаряться при повышении температуры или при снижении давления;
3. поддаваться простой и фракционной перегонке, а также ректификации;
4. выталкивать тела меньшей плотности;
5. перемещаться по трубопроводу.

В01:Установите соответствие аппаратов и процессов, в них проводятся:

1. насадочные колонна	*а) абсорбция*
2. электрофильтр	*б) конденсация*
3. аппарат кипящего слоя	*в) осаждение*
4. барометрический конденсатор	*г) псевдоожижение*

В02: При слиянии равных объемов 0,01 М растворов $Ba(OH)_2$ и HCl pH раствора равен …

5. Критерии оценивания письменных ответов на вступительных испытаниях

Каждый правильный ответ на вопросы теста оценивается в 2 балла. Сумма баллов за выполнение теста по 100-балльной шкале рассчитывается по формуле

*БаллТест=КоличествоВерныхОтветов*2*

Шкала перевода в пятибалльную систему

100-бальная шкала	Пятибалльная шкала
0-59	«2» (неудовлетворительно)
60-74	«3» (удовлетворительно)
75-89	«4» (хорошо)
90-100	«5» (отлично

6. Список рекомендованной литературы

К разделу 1

1. Некрасов В.В. Основы общей химии: В 3-х томах. – М.: Химия, 1975.
2. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. – М.: Высш. шк., 1998.–743 с.
3. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. – М.: Высш. шк., 2000. –527 с.
4. Григорьева В.В., Самойленко В.М., Сич А.М. Общая химия. – К.: Высш. Школа, 1991.
5. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. – М.: Высш. шк., 1993. –592 с.

К разделу 2

1. Основы аналитической химии. В 2-х книгах / Под ред. Ю.А.Золотова. – М.: Высш. шк., 2010. – Кн. 1 – 361 с.; Кн. 2 – 503 с.
2. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия. В 2 кн. – М.: Химия, 1990. – 846 с.
3. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х книгах. – М.: Дрофа, 2002. – Кн. 1 – 368 с.; Кн. 2 – 384 с.
4. Алемасова А.С., Зайцев В.М., Єнальева Л.Я., Щепіна Н.Д., Гождзінський С.М. Аналітична хімія: підручник для вищих навчальних закладів. – Донецк: «Ноулідж», 2010. – 417 с.
5. Кристиан Г.Аналитическая химия Т. 1,2 / Кристиан Г; пер. с англ. А. В. Гармаша, Н. В. Колычевой, Г. В. Прохоровой. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.

К разделу 3

1. Цирельсон В.Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела / В.Г. Цирельсон . – М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. – 495 с.
2. Ермаков А.И. Квантовая механика и квантовая химия / А.И. Ермаков. – М.: Юрайт, 2010. – 555 с.
3. Барановский В.И. Квантовая механіка и квантовая химия / В.И. Барановский. – М.: Academia, 2008. – 384 с.
4. Хурсан С.Л. Квантовая механика и квантовая химия / С.Л. Хурсан. – Уфа: ЧП Раянов, 2005. – 164 с.
5. Слета Л.О. Квантовая химия / Л.О. Слета, В.В. Иванов. – Харьков: Гимназия, 2008. – 443 с.
6. Грибов Л.А. Квантовая химия / Л.А. Грибов, С.П. Муштакова. – М.: Гардарики, 1999. – 389 с.
7. Степанов Н.Ф. Квантовая механика и квантовая химия / Н.Ф. Степанов. – М.: Мир, 2001. – 519 с.
8. Молекулярные структуры. Прецизионные методы исследования. Под ред. А. Доменико и И Харгиттаи. – М.: Мир, 1997. – 672 с.
9. Кларк Т. Компьютерная химия. Практическое руководство по расчетам структуры и энергии молекул. – М.: Мир, 1990. – 384 с.
10. Компьютерная химия / Соловьев М.Э., Соловьев М.М. – М.: Солон-пресс, 2005. – 536 с.
11. Салем Л. Электроны в химических реакциях. – М.: Мир, 1985. – 285 с.
12. Бейдер Р. Атомы в молекулах: Квантовая теория / Р. Бейдер. Пер. с англ.; Под ред М.Ю. Антипина, В.Г. Цирельсона. – М.: Мир, 2001. – 532 с.
13.Пастернак Е.Н. Основы квантовой химии: учебное пособие для студентов специальности 6.040101 «Химия» / Е.Н. Пастернак, Н.А. Туровский. – Донецк: ДонНУ, 2012, – 82 с.
14. Туровская Е.Н., Туровский Н.А. Практикум по квантовой химии. Учебно-методическое пособие. – Донецк. ДонНУ, 2007. – 81 с.
15. Туровський Н.А., Туровськая Е.Н.. Практический курс компьютерной структурной химии. Учебное пособие. – Донецк: ДонНУ, 2004. – 131 с.
16. Туровский Н.А., Пастернак Е.Н. Компьютерная структурная химия. Учебное пособие. – Донецк: ДонНУ, 2009. – 153 с.

К разделу 4

1. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия. – М.: Высшая школа, 1981.– 592 с.
2. Нейланд О.Я. Органическая химия. – М.: Высшая школа, 1990. – 751 с.
3. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начала органической химии. – М.: Химия, 1974. – Т.1. – 623 с.; Т.2. – 824 с.
4. Марч Д. Органическая химия. – М.: Мир, 1987. – Т.1. – 381 с.; Т.2. – 504 с.; Т.3. – 459 с.; Т.4. – 472 с.
5. Реутов О.А., Куру А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – Т.1.- Т.4.
6. Терней А. Современная органическая химия. – М.: Мир, 1981. – Т.1 – 678 с; Т.

2. – 651 с.
7. Робертс Д., Кассерио М. Основы органической химии. – М.: Мир, 1978. – Т. 1 – 842 с.; Т. 2 – 882 с.
8. Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. – М.: Мир, 1974. – 1132 с.

К разделу 5

1. Эткинс П., Де`паула Дж. Физическая химия. В 3-х ч. Ч. 1: Равновесная термодинамика / П. Эткинс, Дж. Де`паула; Пер. с англ. И.А. Успенской, В.А. Иванова. – М.: Мир, 2007. – 498 с.
2. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. – М.: Мир, 2002.
3. Курс физической химии / Под редакцией Я.М. Герасимова – Т. 1,2. – М. Химия, 1970. – 592 с.
4. Панченков Г.М., Лебедев В.П. Химическая кинетика и катализ. – М.: Химия, 1985. – 592 с.
5. Лебідь В.І. Фізична хімія / В.І. Лебідь. – Харків: Гімназія, 2008. – 476 с.
6. Дамаскин Б.Б. Электрохимия / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина – Москва: “Химия”, “КолосС”, 2006. – 669 с.
7. Основы физической химии / Под ред. В.В. Еремина, С.И. Каргова, И.А. Успенской и др. – М.: Экзамен, 2005. – 480 с.
8. Бажин Н.М., Иванченко В.А., Пармон В.Н.Термодинамика для химиков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. Химия, Колос С., 2004. – 416 с.
9. Мюнстер А. Химическая термодинамика – М.: Едиториал УРСС. 2-е изд., стереотипное. –2002. – 296 с.

К разделу 6

1. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1982, – 400 с.
2. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1975. – 503 с.
3. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. – Л.: Химия, 1984. – 367 с.
4. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 850 с.
5. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. – М.: Химия, 1979. – 567 с.
6. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества. Свойства и применение. – Л.: Химия, 1975.

К разделу 7

1. Шур А.М. Высокомолекулярные соединения. – М.: Высшая школа, 1981. – 656 с.
2. Гетьманчук Ю.П., Братичак М.М.. Химия и технология полимеров. – Львов: Издательство „Бескид Бит”, 2006. – 496 с.
3. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. – М.: Химия, 1978. – 544 с.
4. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения. – М.: Ниж. Новгород, Академия, 2003. – 426 с.
5. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения. – М.: Высшая школа, 1992.
6. Оудиан Дж. Основы химии полимеров. – М.: Мир,1974. – 616 с.

7. Гетьманчук Ю.П. Полимерная химия. Ч.II. Радикальная полимеризация. – К.: ВПЦ “Киевский университет”, 1999. – 143 с.
8. Гетьманчук Ю.П. Полимерная химия. Ч. III. Поликонденсация. – К.: ВПЦ “Киевський университет”, 2002. – 168 с.
9. Энциклопедия полимеров, т. 1, т. 2, т. 3. – М.: Советская энциклопедия, 1972.
10. Справочник по химии полимеров /Ю.С. Липатов, А.Е. Нестеров, Г.М. Гриценко, Р.А. Веселовский. – К.: Научная мысль,1971.– 536 с.
11. Бовкуненко О.П., Мельниченко В.И. Високомолекулярные соединения. Учебно-методическое издание. – Донецк, ДонНУ, 2006. – 124 с.

К разделу 8

1. Основы химической технологии: Учеб. для студентов хим.-технол спец. вузов / И.П. Мухленов, А.Е. Горштейн, Е.С.Тумаркина; Под ред. И.П. Мухленова. -4-е изд. - М.: Высш. шк., 1991. - 463 с.
2. Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология: Учеб. для техн. вузов. - 2-е изд. - М.: Высш. шк., 1990. – 520 с.
3. Соколов Р.С. Химическая технология: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений: В 2 т. - М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. -Т.1. Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. Производство неорганических веществ. – 368 с.
4. Соколов Р.С. Химическая технология: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений: В 2 т. - М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. - Т.2. Металлургические процессы. Переработка химического топлива. Переработка органических веществ и полимерных материалов. – 448 с.
5. Гончаров А.И., Середа И.П. Химическая технология: Книга для студ. хим. спец. университетов: В 2 ч. - К.: Висш. шк., 1978. Т.1. -286 с.
6. Гончаров А.И., Середа И.П. Химическая технология: Книга для студ. хим. спец. университетов: В 2 ч. - К.: Высш. шк., 1980. Т.2. – 278 с.

Образец листа ответов на профильном экзамене

ШИФР _____

ЛИСТ ОТВЕТОВ
для вступительного испытания по химии на ОП Магистр,
направление 04.04.01 Химия
ВАРИАНТ №_____

Задание	Ответ	Задание	Ответ
A01		B04	
A02			
A03		B05	
A04			
A05		B06	
A06			
A07		B07	
A08			
A09		B08	
A10			
A11		B09	
A12			
A13		B10	
A14			
A15		B11	
A16			
A17		B12	
A18			
A19		B13	
A20			
A21		B14	
A22			
A23		B15	
A24			
A25		B16	
A26			
A27		B17	
A28			
A29		B18	
A30			
B01		B19	
B02		B20	
B03			

Сумма баллов _____
(числом и прописью)

Оценка по 100-б. системе _____
числом и прописью)

Подпись экзаменатора _____