

**Программа по химии для проведения аттестации при восстановлении (перевode) на факультет фундаментальной физико-химической инженерии
МГУ имени М.В. Ломоносова
по специальности 03.03.01 «Прикладные математика и физика»**

Программа включает ключевые вопросы основных химических дисциплин: общая и неорганическая химия, аналитическая химия, органическая химия, физическая химия.

При восстановлении (перевode) на 2-й курс экзаменационные билеты формируются из материалов раздела «Общая и неорганическая химия».

При восстановлении (перевode) на 3-й курс экзаменационные билеты формируются из материалов разделов «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия» и «Органическая химия».

При восстановлении (перевode) на 4-й курс экзаменационные билеты формируются из материалов разделов «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия».

Общая и неорганическая химия

Базовые понятия химии. Химический элемент. Простое и сложное химическое вещество. Количество вещества. Химическая реакция. Стехиометрические законы. Структурные формулы молекул.

Элементы химической термодинамики. Химическая система (открытая, закрытая, изолированная). Стандартные термодинамические условия. Стандартное состояние вещества. Термодинамическая активность вещества. Энергетический эффект реакции. Виды энергетического эффекта. Внутренняя энергия вещества. Энтальпия реакции. Энтальпия образования вещества. Закон Гесса, его следствия. Макро- и микроскопическое определение понятия «энтропия». Типичные процессы, приводящие к увеличению и уменьшению энтропии. Самопроизвольные процессы в изолированных системах. Критерий самопроизвольности протекания процесса в закрытой системе. Свободная энергия Гиббса. Зависимость энергии Гиббса образования вещества от его активности. Обратимая химическая реакция. Состояние химического равновесия, термодинамический и кинетический критерии установления равновесия. Метастабильное состояние. Константа химического равновесия, ее связь со свободной энергией Гиббса процесса. Термодинамический вывод константы равновесия. Условия равновесного сосуществования фаз. Гетерогенные химические равновесия. Смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье, его термодинамическое обоснование.

Элементы химической кинетики. Скорость гомогенной и гетерогенной химической реакции. Основной постулат химической кинетики. Кинетическое уравнение реакции. Порядок реакции, его экспериментальное определение. Элементарные и сложные реакции. Молекулярность реакции. Кинетический вывод константы равновесия. Температурная зависимость скорости химической реакции. Энергия активации и энергетический профиль реакции. Уравнение Аррениуса. Кинетическое обоснование принципа Ле Шателье. Понятие о механизме сложной реакции. Последовательные и параллельные реакции. Промежуточные и переходные состояния. Лимитирующая стадия

сложной реакции. Радикальные цепные реакции. Реакции с разветвленной цепью. Катализ (гомогенный и гетерогенный). Катализаторы, промоторы, яды, ингибиторы. Механизм действия катализаторов и ингибиторов. Автокатализ. Ферментативный катализ.

Строение атома и Периодический закон. Атомные орбитали. Квантовые числа. Распределение плотности вероятности нахождения электронов в атоме. Формы граничных поверхностей s-, p- и d-орбиталей. Спин электрона. Принцип Паули. Правило Хунда. Порядок заполнения атомных орбиталей электронами. Электронные конфигурации атомов и ионов. Валентные уровни и подуровни. Современная интерпретация Периодического закона Д. И. Менделеева. Структура периодической таблицы. Общие закономерности изменения свойств атомов (размер, энергия ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность) в периодах и группах. Элементы–металлы и элементы–неметаллы.

Химическая связь. Причины соединения атомов в молекулы и кристаллы. Метод электронных пар. Ковалентная связь. Связывание σ - и π -типа, кратные связи. Энергия связи. Полярность связи. Электрические дипольные моменты молекул. Обменный и донорно-акцепторный механизмы образования ковалентной связи. Смысл понятия «гибридизация». Резонансные структуры и делокализация. Многоцентровые связи. Неподделенные электронные пары. Число химических связей, образуемых элементами II и III периодов. Предсказание геометрической структуры молекул методом Гиллеспи. Ковалентные кристаллы. Ионная связь. Ионные вещества. Размеры ионов. Соединения переменного состава, область гомогенности. Металлическая связь, металлические радиусы атомов. Свойства металлических веществ. Координационная связь. Комплексная частица, комплексообразователь, лиганд, координационное число, координационный многогранник. Водородная связь, ее влияние на физические свойства веществ. Силы Ван-дерВаальса, их природа. Молекулярные жидкости и кристаллы.

Растворы. Компоненты растворов. Способы выражения концентрации растворов. Растворимость, ее температурная зависимость. Насыщенный и пересыщенный растворы. Сольватация частиц растворенного вещества.

Равновесия в растворах электролитов. Электролитическая диссоциация. Термодинамика электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Константа и степень диссоциации. Взаимодействие между ионами в растворе, ионная сила раствора. Коэффициенты активности ионов в растворе. Кислоты, основания, амфотерные гидроксиды. Автопротолиз воды. Водородный показатель (рН) растворов сильных и слабых кислот и оснований, его расчет и измерение. Ступенчатая диссоциация. Кислотно–основное титрование. Гидролиз катионов и анионов. Константа и степень гидролиза. рН растворов солей. Произведение растворимости малорастворимых электролитов, ее использование для расчета растворимости.

Окислительно-восстановительные реакции. Окислители и восстановители, реакции между ними. Электродный потенциал, его измерение. Стандартные электроды (водородный, хлорсеребряный). Уравнение Нернста. Электродвижущая сила окислительно-восстановительной реакции, ее связь с энергией Гиббса реакции. Влияние рН среды на ЭДС окислительно-восстановительных реакций, примеры. Влияние образования малорастворимых веществ на ЭДС окислительно-восстановительных реакций, примеры. Химические источники тока. Топливные элементы. Аккумуляторы. Электролиз. Коррозия металлов и способы защиты от нее.

Химия элементов. Водород. Строение атома и молекулы. Методы получения. Химические свойства. Гидриды металлов и неметаллов. Вода, ее физические и химические свойства. Структура воды и льда. Применение водорода в промышленности.

Галогены. Строение атомов и молекул. Физические и химические свойства галогенов. Галогеноводороды. Галогениды металлов и неметаллов. Кислородсодержащие кислоты галогенов и их соли. Применение галогенов и их соединений.

Подгруппа кислорода. Кислород, строение атома и молекулы. Физические и химические свойства кислорода. Озон, его получение и химические свойства. Образование и распад озона в природе. Оксиды, пероксиды и супероксиды. Пероксид водорода, его свойства. Сера. Строение и свойства простого вещества. Сероводород, сульфиды. Оксиды серы. Сернистая и серная кислоты, их соли. Промышленное получение серной кислоты. Краткий обзор химии селена и теллура.

Подгруппа азота. Азот, строение атома и молекулы. Физические и химические свойства азота. Нитриды. Аммиак, его получение. Оксиды азота. Азотистая и азотная кислоты, промышленное получение азотной кислоты. Биологическая роль соединений азота. Фосфор, строение и свойства его аллотропных модификаций. Фосфиды, фосфин. Оксиды фосфора. Фосфористая кислота. Орто-, мета- и полифосфорные кислоты. Фосфаты, их растворимость и гидролиз. Галогениды фосфора. Биологическая роль соединений фосфора. Краткий обзор химии мышьяка, сурьмы и висмута.

Подгруппа углерода. Углерод, строение атома. Аллотропные модификации углерода. Активированный уголь. Карбиды, их свойства. Метан. Оксиды углерода. Угольная кислота и ее соли. Гидролиз карбонатов. Карбонаты в природе. Жесткость воды. Кремний. Химические свойства простого вещества. Получение высокочистого кремния. Карборунд. Оксид кремния, кремниевая кислота, силикагель. Силикаты и алюмосиликаты. Цеолиты. Стекло. Цемент. Краткий обзор химии германия, олова и свинца. Свинцовый аккумулятор.

Бор и алюминий. Бор, борная кислота, бораты. Алюминий, его получение, свойства и применение. Оксид алюминия. Гидроксид алюминия, его амфотерные свойства. Гидролиз солей алюминия. Галогениды алюминия. Гидриды бора и алюминия, их структура.

Металлы IA и IIA подгрупп. Получения и свойства простых веществ, взаимодействие с неметаллами, водой и кислотами. Оксиды и гидроксиды. «Диагональное сходство» свойств соединений лития и магния, бериллия и алюминия. Соли: галогениды, нитраты, сульфаты, фосфаты, карбонаты.

Переходные металлы. Обзор химических и физических свойств простых веществ. На примере хрома, марганца и железа: важнейшие степени окисления; соли, оксиды и гидроксиды, соответствующие этим степеням окисления, их кислотноосновные и окислительно-восстановительные свойства; реакции перехода из одних степеней окисления в другие. Комплексные соединения переходных металлов. Моно- и полидентатные лиганды. Устойчивость комплексных соединений, константа устойчивости. Реакции образования и разрушения комплексов в растворах. Растворение малорастворимых солей благодаря комплексообразованию.

Кислоты и их соли. Серная, соляная, азотная, азотистая, ортофосфорная, сернистая, угольная, уксусная, фтороводородная, бромоводородная, иодоводородная,

сероводородная кислоты. Сульфаты, хлориды, нитраты, нитриты, ортофосфаты, сульфиты, карбонаты, ацетаты, фториды, бромиды, иодиды, сульфиды.

Аналитическая химия

Равновесие в гомогенных системах. Ионное состояние вещества в идеальных и реальных системах. Термодинамическая константа равновесия. Активность и коэффициент активности. Концентрационные константы. Общая и равновесная концентрации. Условные константы.

Кислотно-основное равновесие. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание - растворитель. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя.

Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисление рН растворов кислот и оснований, амфолитов и буферных растворов. Графическое описание кислотно-основного равновесия (распределительные диаграммы).

Титриметрические методы. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Прямое, обратное и косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Первичные стандартные растворы, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандартные растворы. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.

Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Влияние величин констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования. Кислотно-основные индикаторы. Индикаторные погрешности. Практическое применение.

Комплексообразование. Основные признаки комплексных соединений. Координационное число. Дентатность. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия металл-лиганд, по однородности лиганда и комплексообразователя: внутрисферные и внешнесферные, однороднолигандные и смешаннолигандные, полиядерные комплексы. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть.

Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики реакций образования комплексных соединений: константы устойчивости (ступенчатые и общие). Факторы, влияющие на устойчивость комплексов. Хелатный эффект.

Аналитически важные свойства комплексных соединений. Влияние комплексообразования на кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений, растворимость, стабилизацию различных степеней окисления элементов. Возможности использования комплексных соединений в различных методах анализа.

Органические реагенты. Функционально-аналитические группы. Влияние структуры органических реагентов на их свойства. Роль различных функциональных групп. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе.

Комплексометрическое титрование. Использование аминополи-карбоновых кислот в комплексометрии. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Прямое, обратное, вытеснительное и косвенное титрование.

Практическое применение. Определение кальция и магния при совместном присутствии. Определение анионов.

Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Влияние электростатических и химических взаимодействий на потенциал: ионной силы, рН, образования комплексных и малорастворимых соединений. Константы равновесия и направление окислительно-восстановительного процесса. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Основные окислители и восстановители, применяемые в анализе.

Окислительно-восстановительное титрование. Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: ионная сила раствора, концентрация ионов водорода, конкурирующие реакции комплексообразования, осаждения. Способы определения конечной точки титрования. Индикаторы. Методы окислительно-восстановительного титрования.

Перманганатометрия. Определение железа(II).

Иодометрия и иодиметрия. Система иод-иодид как окислитель или восстановитель. Определение меди(II).

Бихроматометрия. Определение железа(II).

Спектроскопические методы анализа. Спектр электромагнитного излучения. Энергия фотонов, длина волны, частота, волновое число, связь между ними; термины, символы, единицы измерения. Составляющие внутренней энергии частиц и соответствующие им диапазоны электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия, поглощение, рассеяние. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением, характеру процесса, диапазону электромагнитного излучения.

Спектры атомов. Характеристики спектральных линий. Причины уширения линий. Спектры молекул, их особенности. Электронные, колебательные и вращательные спектры молекул.

Атомно-эмиссионный и атомно-абсорбционный методы анализа. Источники атомизации и излучения частиц. Физические и химические процессы в атомизаторах. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Аналитические возможности и области применения методов.

Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Основной закон светопоглощения. Получение окрашенных соединений. Количественный анализ, анализ многокомпонентных систем, исследование реакций в растворах. Примеры практического применения.

Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Классификация по источникам возбуждения, механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция.

Схема Яблонского. Закон Стокса-Ломеля, правило зеркальной симметрии Левшина. Количественный анализ люминисцентным методом, сравнение с методом спектрофотометрии.

Электрохимические методы анализа. Общая характеристика, классификация. Электрохимические ячейки.

Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные процессы. Классификация индикаторных электродов. Практическое применение ионометрии.

Потенциометрическое титрование. Измерение электродного потенциала. Индикаторы. Примеры практического применения электрохимических методов.

Электрогравиметрия.

Хроматографические методы анализа. Классификации методов по разным принципам. Основные хроматографические параметры. Качественный и количественный анализ.

Газовая хроматография. Сорбенты и носители. Механизм разделения. Детекторы. Области применения.

Ионообменная хроматография. Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионнообменное равновесие. Особенности строения и свойства сорбентов. Одноколоночная и двухколоночная ионная хроматография. Области применения.

Органическая химия

Введение. Предмет органической химии. Теория химического строения А.М.Бутлерова. Номенклатура органических соединений: тривиальные, рациональные, систематические названия. Понятие о гомологии и гомологических рядах. Структурная изомерия (изомерия углеродного скелета и изомерия, обусловленная положением заместителя). Понятие о химической функции (функциональной группе). Современная электронная теория органической химии. Типы гибридизации орбиталей атома углерода. Типы химических связей в органических соединениях. Пространственная изомерия (Z-, E-, цис-, транс-изомерия. Оптическая изомерия: асимметрический атом углерода, понятие хиральности, R,S-номенклатура. Правила старшинства заместителей). Понятие о конфигурации, конформации и конформерах. Электронные эффекты заместителей: индуктивный и мезомерный эффекты. Представление о механизмах органических реакций по типу реагента и способу разрыва связей: гетеролитический и гомолитический разрыв связи, электрофильные, нуклеофильные и радикальные реагенты. Типы промежуточных частиц: карбокатионы, карбанионы, радикалы. Понятие о переходном состоянии.

Алканы. Гомологический ряд. Номенклатура. Изомерия. sp^3 -гибридное состояние атома углерода. Природа C-C и C-H-связей. Способы получения алканов. Нахождение в природе. Конформации алканов. Химические свойства. Галогенирование, нитрование, сульфохлорирование, окисление. Механизм радикального замещения в алканах. Различие в реакционной способности атома водорода при первичном, вторичном и третичном атоме углерода.

Алкены. Атом углерода в состоянии sp^2 -гибридизации. Геометрия двойной связи. Изомерия. E,Z-номенклатура. Способы получения алкенов из алкилгалогенидов и спиртов, правило Зайцева. Влияние алкильных заместителей на относительную стабильность алкенов. Химические свойства алкенов. Механизм электрофильного присоединения к алкенам (на примере реакций галогенирования и гидрогалогенирования). Правило Марковникова. Радикальные реакции алкенов: аллильное галогенирование, гидробромирование по Харашу. Гидрирование алкенов. Окисление алкенов.

Алкины. Атом углерода в состоянии sp-гибридизации. Геометрия тройной связи. Изомерия. Номенклатура. Способы получения алкинов. Химические свойства алкинов: реакции электрофильного присоединения: гидрогалогенирование, галогенирование, гидратация по Кучерову, гидроборирование. Восстановление алкинов до алкенов и алканов. Сравнение химических свойств алкенов и алкинов. Химические свойства терминальных алкинов: кислотность терминальных алкинов, реакции с участием подвижного ацетиленового атома водорода, ацетилениды металлов.

Алкадиены. Изомерия, номенклатура, классификация диенов. 1,3-Диены. Получение. Эффект сопряжения. Химические свойства 1,3-диенов: электрофильное 1,2- и 1,4-присоединение; кинетический и термодинамический контроль. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера).

Ароматические углеводороды. Строение бензола. Энергия сопряжения. Ароматичность. Правило Хюккеля. Особенности химических свойств ароматических соединений (отличие от алканов и непредельных соединений). Механизм электрофильного замещения в ароматическом ядре. Электрофильное замещение в бензоле: нитрование, галогенирование, сульфирование, алкилирование, ацилирование. Реакционная способность замещенных ароматических соединений. Ориентация вступления новой группы при наличии заместителей в бензольном ядре. Ориентанты I и II рода. Согласованная и несогласованная ориентация. Реакции алкилбензолов с участием боковых цепей и ароматического кольца.

Галогенпроизводные углеводородов. Номенклатура. Природа связи C-Hal. Методы получения галогенпроизводных алифатических и ароматических углеводородов. Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода (синтез спиртов, простых и сложных эфиров, нитрилов и других классов органических веществ). Механизмы нуклеофильного замещения S_N1 и S_N2 , зависимость протекания реакции от различных параметров: структуры исходных соединений, нуклеофильности реагента, природы уходящей группы и растворителя. Реакции элиминирования по механизмам E1 и E2. Правило Зайцева. Конкуренция реакций нуклеофильного замещения и элиминирования, зависимость от структуры органического галогенида и основности реагента (на примере реакции Вильямсона). Сравнение свойств алкил- и арилгалогенидов на примере реакции гидролиза. Применение магнийорганических соединений в органическом синтезе (реакции с ацетиленами, карбонильными соединениями, диоксидом углерода).

Спирты и простые эфиры. Алифатические спирты. Номенклатура. Получение спиртов из углеводородов, галогенпроизводных и карбонильных соединений. Химические свойства спиртов: кислотность (образование алкоколятов, взаимодействие с магнийорганическими соединениями), дегидратация внутримолекулярная и межмолекулярная (механизм), ацилирование, окисление, замещение гидроксильной группы на галоген. Простые эфиры. Строение. Методы получения, химические свойства (кислотное расщепление). Краун-эфиры. Фенолы. Особенности строения фенолов. Кислотность. Влияние заместителей в ароматическом ядре на кислотность фенолов. Сравнение кислотных свойств фенолов и спиртов. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре фенолов. Окисление фенолов.

Альдегиды и кетоны. Изомерия, номенклатура. Строение карбонильной группы. Влияние заместителей на реакционную способность C=O группы. Способы получения карбонильных соединений: окисление спиртов, гидролиз дигалогенпроизводных, получение из карбоновых кислот и их производных, из алкенов, из ацетиленов. Химические свойства альдегидов и кетонов: взаимодействие с гидросульфитом натрия, синильной кислотой, магнийорганическими соединениями. Реакции со слабыми нуклеофилами: спиртами (образование полуацеталей и ацеталей (кеталей)), водой. Восстановление карбонильной группы. Реакции карбонильных соединений с первичными аминами, гидросиламином, гидразином и его производными, семикарбазидом. Различие в химических свойствах альдегидов и кетонов. Енолизация. Кето-енольная таутомерия.

Реакции с участием α -атомов водорода (С-Н кислотность): галогенирование, альдольно-кетоновая конденсация (механизм реакции, кислотный и щелочной катализ). Галоформная реакция. Окисление альдегидов и кетонов.

Карбоновые кислоты. Изомерия и номенклатура. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона. Влияние заместителей на кислотные свойства. Способы получения карбоновых кислот: окисление углеводов, спиртов, альдегидов, кетонов, гидролиз производных кислот, взаимодействие магнийорганических соединений с диоксидом углерода. Химические свойства карбоновых кислот: кислотные свойства, галогенирование по Геллю-Фольгардту-Зелинскому, реакции декарбоксилирования, восстановления. Производные карбоновых кислот: соли, галогенангидриды, ангидриды, амиды, сложные эфиры, нитрилы. Получение, взаимные превращения. Ацилирование аминов, спиртов и фенолов хлорангидридами и ангидридами кислот. Сравнение ацилирующих свойств различных производных кислот. Реакция этерификации и гидролиз сложных эфиров. Жиры, состав, омыление. Ароматические карбоновые кислоты (бензойная кислота). Дикарбоновые кислоты. Непредельные кислоты. Фумаровая и малеиновая кислоты, нахождение в природе, различия в физических и химических свойствах. Малеиновый ангидрид как диенофил в реакции диенового синтеза (реакция Дильса-Альдера).

Оксикислоты. Изомерия, номенклатура. Оптическая изомерия. Асимметрический атом углерода. R,S-номенклатура. Стереохимия соединений с одним и двумя асимметрическими центрами. Энантиомеры, диастереомеры, мезо-формы, рацематы. Различие в физических и химических свойствах энантиомеров и диастереомеров. Стереохимия молочной и винной кислот. Способы разделения рацематов. Асимметрический синтез.

Углеводы (сахара). Классификация сахаров (моно-, ди- и полисахариды; альдозы и кетозы; тетрозы, пентозы и гексозы). Альдопентозы (рибоза, дезоксирибоза), альдогексозы (глюкоза), кетогексозы (фруктоза), их строение и нахождение в природе. Кольчато-цепная таутомерия: открытая и циклические (фуранозная и пиранозная) формы глюкозы, гликозидный гидроксил. Мутаротация сахаров.

Амины. Номенклатура, изомерия. Получение аминов. Химические свойства аминов. Амины как основания; сравнение основных свойств первичных, вторичных и третичных аминов, а также амидов и нитрилов. Алкилирование и ацилирование аминов. Реакции различных аминов с азотистой кислотой. Четвертичные аммониевые основания и соли. Ароматические амины. Получение восстановлением нитросоединений. Взаимное влияние аминогруппы и бензольного кольца. Реакции электрофильного замещения, защита аминогруппы (ацилирование). Сравнение основных и нуклеофильных свойств ароматических и алифатических аминов. Парацетамол. Сульфаниловая кислота. Цвиттер-ионы. Понятие о сульфамидных препаратах. Ароматические соли диазония, реакции солей диазония, протекающие с выделением и без выделения азота. Реакция азосочетания. Азокрасители.

Аминокислоты. Амфотерные свойства аминокислот. Цвиттер-ионы. Пептиды и белки, их строение, амидные связи. Природные аминокислоты как составные части белков, их стереохимия. Важнейшие представители природных аминокислот.

Гетероциклы. Пятичленные гетероциклы: фуран, тиофен, пиррол. Их нахождение в природе. Строение, изомерия, номенклатура. Реакции электрофильного замещения, ориентация вступления заместителя в кольцо. Сравнение с реакционной способностью бензола. Шестичленные гетероциклы. Пиридин, нахождение в природе, строение. Реакции электрофильного замещения, ориентация вступления заместителя в кольцо, сравнение с реакционной способностью бензола и пиррола. Сравнение основных свойств пиррола и пиридина. Гетероциклы как структурный элемент природных соединений (пуриновые и пиримидиновые основания).

Физическая химия

Основы химической термодинамики. Основные термодинамические понятия и определения. Уравнения состояния идеальных и реальных газовых систем.

Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и энтальпия, вычисление их изменения в различных процессах.

Работа и теплота при различных процессах.

Теплота процесса. Закон Гесса. Стандартное состояние вещества. Стандартные энтальпии образования. Связь тепловых эффектов при постоянном объеме и постоянном давлении. Интегральная и дифференциальная теплоты растворения. Энтальпия образования ионов. Энтальпия образования раствора. Калориметрический метод определения теплоты процесса.

Теплоёмкость. Теплоемкость идеальных газов. Зависимость теплоты процесса от температуры, формула Кирхгофа.

Второй закон термодинамики и его формулировки. Метод Каратеодори. Абсолютная температура. Энтропия, её определение и свойства. Расчёт энтропии при различных процессах. Статистический характер второго закона термодинамики. Формула Больцмана. Фундаментальное уравнение Гиббса.

Характеристические функции, их определение и свойства. Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции в роли термодинамических потенциалов, условия равновесия, экстремумы и направление самопроизвольных процессов

Многокомпонентные системы и системы с переменной массой. Понятие о химическом потенциале. Химический потенциал в идеальных и реальных системах. Метод Льюиса. Понятие об активности и летучести. Принципы расчета этих величин. Условия равновесия и самопроизвольного протекания процессов в многокомпонентных системах. Уравнения Гиббса-Дюгема.

Химическое равновесие. Условия равновесия химической реакции. Закон действующих масс. Константа равновесия. Уравнение изотермы химической реакции. Анализ условий равновесия и самопроизвольного протекания реакции. Связь величины стандартного изменения энергии Гиббса с константой равновесия. Расчёт константы равновесия. Сложные равновесия. Зависимость константы равновесия от температуры (уравнение изобары Вант-Гоффа). Ионные равновесия.

Фазовые равновесия. Термодинамическое уравнение состояния фазы - уравнение Гиббса-Дюгема. Условия равновесия фаз. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Двухкомпонентные системы и их анализ на основе правила фаз. Правило рычага. Трехкомпонентные системы. Метод термического анализа.

Растворы. Типы растворов. Теории растворов. Термодинамические свойства идеальных растворов. Закон Рауля. Термодинамические свойства реальных растворов. Понятие об избыточных функциях. Стандартные состояния растворов. Парциальные мольные величины и их зависимость от состава раствора. Методы определения парциальных мольных величин. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов и их использование для определения коэффициентов активности. Закон Генри. Растворимость газов и твердых веществ в жидкостях. Взаимная растворимость жидкостей. Ограниченная растворимость. Закон распределения и метод экстракции.

Растворы электролитов. Активность, коэффициент активности. Теория Дебая - Хюккеля: основные положения и допущения, понятие ионной атмосферы. Первое и второе приближения теории для расчёта коэффициентов активности.

Электропроводность электролитов. Электропроводность растворов электролитов: удельная, эквивалентная и молярная электропроводности, подвижности отдельных ионов. Зависимость подвижности от концентрации. Закон Кольрауша.

Электродные процессы. Электродвижущие силы. Электрохимические цепи. Гальванические элементы. Контактный и диффузионный потенциалы. Электродвижущие силы. Компенсационный метод их определения. Уравнение Нернста. Электродный потенциал. Электроды сравнения. Классификация электродов. Классификация электрохимических цепей.

Кинетика реакций, катализ. Скорость химической реакции. Основной постулат химической кинетики. Константа скорости реакции, методы ее определения. Кинетические уравнения реакций. Энергия активации. Правило Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса. Теория активных соударений. Теория активированного комплекса. Понятия о сложных, цепных и фотохимических реакциях. Основные понятия катализа. Механизм действия катализаторов. Ферментативный катализ.