

无机化学专业入学考试大纲

专业名称：无机化学

Неорганическая химия

Inorganic chemistry

考试课程名称：化学

Химия

Chemistry

考试内容：

Неорганическая химия

Структура Периодической системы Д.И. Менделеева и ее связь с электронной структурой атомов, закон Мозли. Периодичность в изменении величин радиусов, энергии ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности атомов в группе и по периоду. Периодичность в изменении свойств простых веществ и основных классов химических соединений (оксиды, гидроксиды, галогениды). Вертикальные, горизонтальные и диагональные аналогии в Периодической системе.

Основные типы химической связи. Характеристики химической связи в молекулах: энергия, длина, валентный угол, порядок (кратность) и полярность. Представление о гибридизации атомных

орбиталей. Геометрия многоатомных молекул: модель Гиллеспи на примере частиц H_2O , SF_4 , ICl_4^- .

Основные положения метода молекулярных орбиталей (ММО). Метод МО ЛКАО. Двухцентровые двухэлектронные молекулярные орбитали. Энергетические диаграммы двухатомных гомоядерных молекул, образованных элементами 1-го и 2-го периодов. Корреляции между порядком связи, энергией ионизации и магнитными свойствами на примере частиц O_2^+ , O_2 , O_2^- , O_2^{2-} .

Основные понятия химии комплексных соединений: центральный атом и его координационное число; лиганды, дентатность, донорный атом, внутренняя и внешняя координационные сферы. Изомерия комплексных соединений. Понятие о классификации комплексных соединений. Хелатный эффект.

Теория кристаллического поля (ТКП). Симметрия d -орбиталей. Изменение энергии d -орбиталей в сферическом, октаэдрическом и тетраэдрическом поле лигандов. Энергия стабилизации кристаллическим полем (ЭСКП). Влияние на величину энергии расщепления природы центрального атома (заряда, радиуса, электронной конфигурации), природы, числа и расположения лигандов. Спектрохимический ряд.

Окраска и магнитные свойства комплексов. Эффект

Яна—Теллера, тетрагональное искажение октаэдрических комплексов. Плоскоквадратные комплексы. Сравнение строения комплексных ионов $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ и $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$.

Элементы 1-й группы (Li, Na, K, Rb, Cs). Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергии ионизации и электроотрицательности атомов. Диагональное сходство литий — магний. Получение и сравнение устойчивости соединений Li_2O_2 и Na_2O_2 ; Li_2O и Na_2O .

Элементы 2-й группы (Be, Mg, Ca, Sr, Ba). Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергии ионизации и электроотрицательности атомов. Диагональное сходство бериллий — алюминий. Получение гидроксидов $\text{M}(\text{OH})_2$ и сравнение их кислотно-основных свойств в ряду Be–Mg–Ca–Sr–Ba.

Элементы 13-й группы (B, Al, Ga, In, Tl). Закономерности в изменении электронной конфигурации, размеров атомов, энергии ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Химические способы разделения соединений алюминия и бериллия. Получение, строение, свойства диборана B_2H_6 .

Элементы 14-й группы (C, Si, Ge, Sn, Pb). Закономерности в изменении электронной конфигурации размеров атомов, энергии ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности,

характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Кислородные соединения элементов 14-й группы. Сопоставление строения и свойств CO_2 и SiO_2 .

Элементы 15-й группы (N, P, As, Sb, Bi). Закономерности в изменении электронной конфигурации, размеров атомов, энергии ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Сопоставление прочности одинарных ($\text{Э}-\text{Э}$), двойных ($\text{Э}=\text{Э}$) и тройных ($\text{Э}\equiv\text{Э}$) связей. Получение, сопоставление строения и свойств (кислотных, окислительной активности и термической устойчивости) HNO_2 и HNO_3 .

Элементы 16-й группы (O, S, Se, Te, Po). Закономерности в изменении электронной конфигурации, величин радиусов, энергии ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Отличительные свойства кислорода, кратность связи и особенности катенации (образования гомоядерных цепей) в ряду O–S–Se–Te. Получение, сопоставление строения и свойств (кислотных, окислительной активности и термической устойчивости) H_2SO_3 и H_2SO_4 .

Элементы 17-й группы (F, Cl, Br, I). Закономерности в изменении электронной конфигурации, величин радиусов, энергии

ионизации, средства к электрону, электроотрицательности и характерных степеней окисления атомов. Особенности фтора. Межмолекулярные взаимодействия и физические свойства простых веществ. Строение и свойства (термодинамическая устойчивость, окислительные, кислотные свойства) кислот хлора по ряду $\text{Cl(I)}\text{—Cl(III)}\text{—Cl(V)}\text{—Cl(VII)}$.

Элементы 4-й группы (Ti, Zr, Hf). Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергии ионизации, электроотрицательности, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Сопоставление строения и свойств однотипных соединений в ряду $\text{Ti(IV)}\text{—Ti(III)}\text{—Ti(II)}$ (оксиды, гидроксиды, галогениды). Комплексные соединения Ti.

Элементы 5-й группы (V, Nb, Ta). Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергии ионизации, электроотрицательности, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Строение и химические свойства катионных и анионных форм соединений ванадия (V) в водном растворе. Получение и сопоставление окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств соединений $\text{V(II)}\text{—V(III)}\text{—V(IV)}\text{—V(V)}$ в водном растворе.

Элементы 6-й группы (Cr, Mo, W). Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергии ионизации,

электроотрицательности, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Кислотно-основные, окислительно-восстановительные свойства соединений хрома в ряду Cr(VI)–Cr(III)–Cr(II). Получение, сопоставление строения и свойств (кислотных свойств, термодинамической устойчивости и окислительной активности) оксидов ЭО₃ (Э = Cr, Mo, W).

Элементы 7-й группы (Mn, Tc, Re). Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергии ионизации, электроотрицательности, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Кислотно-основные, окислительно-восстановительные свойства соединений марганца в ряду Mn(II)-Mn(III)-Mn(IV)-Mn(VI)-Mn(VII). Получение, сопоставление строения и свойств (термодинамической устойчивости, кислотно-основных, окислительно-восстановительных) соединений Mn(VII)–Tc(VII)–Re(VII).

3d-элементы 8-й, 9-й и 10-й групп (Fe, Co, Ni). Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергии ионизации, электроотрицательности, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Кислотно-основные, окислительно-восстановительные свойства гидроксидов M(OH)₂ и M(OH)₃ в ряду Fe-Co-Ni. Получение и сопоставление свойств (термодинамической устойчивости, кислотно-основных,

окислительно- восстановительных) соединений Fe(II), Fe(III) и Fe(VI).

Элементы 11-й группы (Cu, Ag, Au). Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергии ионизации, электроотрицательности, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Термодинамическая устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства оксидов и гидроксидов Cu и Ag. Получение, строение и диспропорционирование соединений Cu(I).

Элементы 12-й группы (Zn, Cd, Hg). Закономерности в изменении электронных конфигураций, радиусов, энергии ионизации, электроотрицательности, характерных степеней окисления, координационных чисел атомов. Кислотно-основные, окислительно-восстановительные свойства гидроксидов $M(OH)_2$ в ряду Zn–Cd–Hg. Получение, строение и диспропорционирование соединений Hg_2^{2+} .

Аналитическая химия

Основные характеристики методов химического анализа. Понятие о систематических и случайных погрешностях химического анализа. Статистическая обработка результатов измерений.

Представительная проба. Размер и способы отбора пробы. Подготовка пробы к анализу.

Идеальные и реальные системы. Активность, равновесная и общая концентрации. Термодинамическая и концентрационные константы равновесий.

Кислотно-основное равновесие. Современные представления о кислотах и основаниях. Основные положения кислотно-основных теорий Бренстеда-Лоури и Льюиса. Влияние природы растворителей на силу кислот и оснований. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителей. Буферные растворы и их свойства.

Кислотно-основное титрование. Индикаторы. Определение кислот (индивидуальных и их смесей) и оснований (индивидуальных и их смесей).

Комплексные соединения. Равновесие комплексообразования и его количественные характеристики. Аналитически важные свойства КС. Применение комплексов в химическом анализе. Комплексонометрическое титрование. Металлохромные индикаторы. Прямое, обратное, вытеснительное и косвенное титрование. Способы повышения селективности комплексонометрического определения элементов.

Окислительно-восстановительные (ОВ) реакции. ОВ электродный потенциал (стандартный, равновесный, формальный), факторы, влияющие на него. Константы равновесия и направление ОВ реакций.

ОВ-титрование. Способы определения конечной точки титрования. Индикаторы. Методы ОВ титрования: дихроматометрия, иодометрия, перманганатометрия.

Гетерогенное равновесие в системе осадок-раствор. Произведение растворимости, растворимость, факторы влияющие на растворимость.

Образование, свойства, условия получения кристаллических и аморфных осадков. Загрязнение осадков и пути его устранения.

Гравиметрический анализ: сущность, преимущества и недостатки метода. Примеры определений.

Методы разделения и концентрирования в химическом анализе. Экстракция.

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.

Жидкостная хроматография (ЖХ). Виды ЖХ. Преимущества ВЖХ. Нормально- фазовый и обращенно-фазовый варианты ВЖХ. Подвижные и неподвижные фазы, принципы их выбора. Детекторы. Области применения.

Электрохимические методы анализа: Общая характеристика,

классификация. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Измерение потенциала. Классификация индикаторных электродов. Практическое применение ионометрии.

Кулонометрия и кулонометрическое титрование. Теоретические основы. Практическое применение.

Вольтамперометрия. Характеристики вольтамперной кривой. Современные виды вольтамперометрии, преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией. Амперометрическое титрование.

Спектроскопические методы анализа. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением, характеру процесса, диапазону электромагнитного излучения.

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, спектрофотометрические реакции. Количественный анализ, анализ многокомпонентных систем,

исследование реакций в растворах. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода. Примеры практического применения.

Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Классификация по источникам возбуждения, механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция. Схема Яблонского. Основные закономерности. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Физико-химические и спектральные помехи. Аналитические возможности метода, его метрологические характеристики. Примеры использования.

Органическая химия

Основные функциональные группы и классы органических соединений. Типы изомерии органических соединений. Понятие о конформациях на примере алканов. Геометрическая изомерия алкенов. Понятие об оптической активности и хиральности с одним асимметрическим атомом углерода. Понятие об энантиомерах и рацематах. R,S- номенклатура. Соединения с двумя хиральными центрами. Понятие о диастереомерах.

Алканы. Методы синтеза алканов. Химические свойства алканов. Механизм цепной радикальной реакции. Крекинг.

Алкены. Методы синтеза алкенов. Гидрирование алкенов. Гидроборирование. Озонолиз алкенов. Окисление алкенов до диолов.

Электрофильное присоединение к алкенам. Механизм реакции. Присоединение брома к алкенам. Гидрогалогенирование. Кислотно-катализируемая гидратация алкенов, гидроксимеркурирование. Свободнорадикальные реакции: присоединение бромистого водорода по Харащу. Аллильное бромирование.

Алкины. Методы синтеза алкинов. С-Н-кислотность алкинов. Гидратация алкинов. Ацетилен-алленовая изомеризация. Смещение тройной связи в терминальное положение. Диены. Методы получения диенов. 1,2- и 1,4-присоединение к сопряженным диенам. Реакция Дильса-Альдера.

Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода в алкилгалогенидах. Механизмы S_N1 и S_N2 . Основные закономерности протекания реакций нуклеофильного замещения. β -Элиминирование. Механизмы элиминирования ($E1$, $E2$). Основные закономерности протекания этих реакций.

Спирты, как слабые О-Н кислоты. Замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген. Дегидратация спиртов. Окисление спиртов. Пинакон-пинаколиновая перегруппировка. Простые эфиры. Методы синтеза. Оксираны. Методы получения. Реакции раскрытия эпоксидов под действием электрофильных и нуклеофильных агентов.

Альдегиды и кетоны. Присоединение нуклеофилов к карбонильной группе. Механизм. Восстановление карбонильных соединений. Окисление карбонильных соединений. 1,3-Дитианы. Синтез, СН-кислотность. Кето-енольная таутомерия кетонов, дикетонов и кетоэфиров. Реакции, протекающие через образование енольной формы. Галогенирование карбонильных соединений. Галоформная реакция. Альдольно- кротоновая конденсация в кислой и щелочной среде. Направленная альдольная конденсация. Сложноэфирная конденсация. Синтезы с использованием ацетоуксусного эфира и малонового эфира.

Карбоновые кислоты. Влияние заместителей на кислотность. Декарбоксилирование. Реакция галогенирования по α -углеродному атому. Производные карбоновых кислот. Галогенангидриды, ангидриды карбоновых кислот, сложные эфиры. Синтез и свойства. Синтез амидов карбоновых кислот. Секстетные перегруппировки. Нитрилы.

Строение бензола. Ароматичность. Правило Хюккеля. Критерии ароматичности (энергетический, структурный, магнитный). Признаки ароматичности (реакционная способность). Свойства алифатической боковой цепи в ароматических углеводородах. Галогенирование толуола и его гомологов в боковую цепь. Окисление боковой цепи. Гидрирование.

Электрофильное замещение в ароматическом ряду. Электрофильные агенты и механизм реакций нитрования, галогенирования, сульфирования, алкилирования и ацилирования аренов по Фриделю-Крафтсу. Ориентация электрофильного замещения. Побочные процессы в реакциях алкилирования. Формилирование. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду.

Синтез алифатических нитросоединений. Синтез аминов. Свойства аминов. Основность. Защита аминогруппы. Взаимодействие первичных, вторичных и третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой.

Диазо- и азо-соединения. Соли диазония. Диазотирование первичных ароматических аминов. Реакции диазосоединений с выделением азота. Азосочетание. Диазометан.

Фенолы и хиноны. Методы синтеза фенолов. Свойства фенолов. Получение *o*- и *p*-бензохинонов.

Классификация алициклов. Типы напряжения в циклоалканах и конформации. Методы синтеза соединений ряда циклопропана и циклобутана. Особенности химических свойств соединений с трехчленным циклом. Синтез соединений ряда циклопентана и циклогексана.

Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Методы синтеза пятичленных гетероциклов. Метод Пааля-Кнорра.

Электрофильное замещение. Кислотность пиррола. Индол. Синтез индолов по Фишеру.

Шестичленные гетероциклы. Пиридин, ароматичность, основность. Синтез пиридинов. Химические свойства пиридина. Основность. Реакции электрофильного замещения. N-окись пиридина, получение и использование в синтезе. Нуклеофильное замещение в пиридинах.хинолин.

Аминокислоты. Конфигурация природных L-аминокислот. Амфотерность, изоэлектрическая точка. Химические свойства COOH и NH₂ групп. Важнейшие способы синтеза аминокислот. Методы образования пептидной связи. Защитные группы для амино- и карбоксильных групп, активация карбоксильной группы, синтез пептидов на твёрдом носителе. Белки.

Физическая химия

Первый закон термодинамики и его формулировки. Дифференциальная и интегральная форма 1-го закона. Внутренняя энергия и энтальпия, вычисление их изменения в различных процессах. Теплота и работа для различных процессов в газах.

Термохимия. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры, уравнение Кирхгофа.

Второй закон термодинамики и его формулировки. Энтропия и

её свойства. Вычисление изменения энтропии для различных процессов.

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

Определение фазы, числа компонентов, числа степеней свободы. Условия фазового равновесия. Уравнение фазы (уравнение Гиббса – Дюгема). Правило фаз Гиббса. Химические потенциалы.

Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клаузиуса – Клапейрона. Диаграмма состояния однокомпонентной системы (на любом примере).

Определение идеального раствора. Выражение для химического потенциала компонента. Закон Рауля. Неидеальные растворы. Метод активностей Льюиса.

Условие химического равновесия. Изотерма химической реакции. Константа равновесия. Зависимость константы равновесия от температуры, уравнение изобары Вант-Гоффа.

Адсорбция. Уравнение Лэнгмюра, его термодинамический вывод и область применения. Вычисление параметров уравнения Лэнгмюра из опытных данных.

Каноническая сумма по состояниям и её свойства.

Молекулярная сумма по состояниям и её составляющие. Связь с канонической суммой по состояниям. Вычисление энтропии, внутренней энергии, энтальпии, энергии Гельмгольца и энергии Гиббса с помощью сумм по состояниям.

Скорость химической реакции. Элементарные и сложные реакции. Основной постулат химической кинетики. Молекулярность и порядок реакции. Константа скорости. Методы определения порядка реакции и константы скорости.

Зависимость константы скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и методы её определения.

Теория активных соударений для бимолекулярной реакции, основные понятия и допущения. Уравнение Траутца–Льюиса.

Теория активированного комплекса (переходного состояния). Допущения, используемые при построении теории. Статистический вывод основного уравнения (уравнения Эйринга).

Основные понятия катализа. Основные механизмы каталитических реакций. Активность, селективность и устойчивость катализатора. Число (частота) оборотов катализатора.

Ферментативный катализ. Ферменты как катализаторы, их особенности. Вывод уравнения Михаэлиса – Ментен и определение кинетических параметров из опытных данных. Ингибирование

ферментативных реакций.

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

Электрохимический потенциал. Условия равновесия на границе электрода с раствором. Гальванический элемент. Понятие ЭДС. Уравнение Нернста.

Термодинамика гальванического элемента. Применение уравнения Гиббса – Гельмгольца к электрохимическим системам. Определение методом ЭДС изменения энергии Гиббса, энтальпии и энтропии химической реакции.

Коллоидная химия

Дисперсные системы. Поверхностное натяжение. Поверхностно-активные вещества, их влияние на поверхностное натяжение. Адсорбционное уравнение Гиббса.

Смачивание. Уравнение Юнга. Термодинамические условия несмачивания, смачивания и растекания.

Мицеллообразование в водных и неводных средах.
Термодинамика мицеллообразования.

Методы получения и факторы стабилизации дисперсных систем.

Реологическое поведение свободно- и связкодисперсных систем.
Природа контактов в связнодисперсных системах.

Химические основы жизни

Структура и функции нуклеиновых кислот. Структура и функции белков. Структура и функции биологических мембран.

Генетический код. Репликация ДНК и транскрипция. Основы генетической биоинженерии.

Ферменты как белковые катализаторы. Классификация ферментов. Основные уравнения кинетики ферментативных реакций.

Ферментативный катализ в химии, примеры практического использования ферментов. Лекарственные препараты на основе ферментов и их ингибиторов.

Высокомолекулярные соединения

Особенности строения и свойств высокомолекулярных соединений, отличающих их от низкомолекулярных аналогов. Средние молекулярные массы и кривые молекулярно-массового распределения полимеров.

Особенности строения полимерных молекул: конфигурационная и конформационная изомерия. Явление гибкости макромолекул: причины и механизм. Модели количественного описания гибкости.

Термодинамические и гидродинамические особенности растворов полимеров. Уравнение состояния полимера в растворе. Определение молекулярной массы и размеров макромолекул.

Полиэлектролиты и их классификация, особенности диссоциативного и конформационного поведения. Осмотическое давление растворов полиэлектролитов. Полиамфолиты.

Синтез полимеров по цепному и ступенчатому механизмам. Влияние условий синтеза на скорость реакции, молекулярную массу и стереорегулярность образуемых макромолекул. Сополимеризация.

Химические реакции полимеров. Полимераналогичные превращения, внутри- и межмолекулярные реакции, реакции деструкции.

Механические свойства полимеров. Термомеханический анализ. Природа и механизм высокоэластической и вынужденно-эластической деформаций. Хрупкость стеклообразных полимеров.

Структура кристаллических полимеров. Термодинамика и кинетика кристаллизации, особенности деформационного поведения кристаллических полимеров.

(In English)

Inorganic chemistry

The structure of the Periodic table and its relation to the electronic structure of atoms, Moseley's law. Periodicity of changes in the values of radii, ionization energy, electron affinity, electronegativity of atoms in the group and in the period. Periodicity of changes in properties of simple substances and general classes of chemical compounds (oxides, hydroxides, halides). Vertical, horizontal and diagonal analogies in the Periodic table.

Main types of chemical bonds. Characteristics of chemical bonds in molecules: energy, length, valence angle, order (multiplicity) and polarity. The idea of hybridization of atomic orbitals. The geometry of polyatomic molecules: the Gillespie model on the example of particles H_2O , SF_4 , ICl_4^- .

The main provisions of the method of molecular orbitals (MMO). Method MO LCAO. Two-center two-electron molecular orbitals. Energy diagrams of diatomic homonuclear molecules formed by elements of the 1st and 2nd periods. Correlations between the order of coupling, ionization energy and magnetic properties on the example of particles O_2^+ , O_2 , O_2^- , O_2^{2-} .

Basic concepts of the complex compound's chemistry: the central

atom and its coordination number; ligands, denticity, donor atom, internal and external coordination spheres. Isomerism of complex compounds. The concept of classification of complex compounds. Chelate effect.

Crystal field theory (CFT). Symmetry of d-orbitals. Changes in the energy of d-orbitals in the spherical, octahedral and tetrahedral ligand fields. The crystal field stabilization energy (CFSE). Influence of the central atom nature (charge, radius, electronic configuration), nature, number and location of ligands on the value of energy splitting. Spectrochemical series.

Coloring and magnetic properties of complexes. Jahn–Teller effect, tetragonal distortion of octahedral complexes. Square-planar complexes. Comparison of the structure $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ and $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ complex ions.

Elements of 1st group (Li, Na, K, Rb, Cs). Regularities in the change of electronic configurations, values of radii, ionization energy and electronegativity of atoms. Diagonal similarity of lithium — magnesium. Preparation and comparison the stability of compounds Li_2O_2 and Na_2O_2 ; Li_2O and Na_2O .

Elements of 2nd group (Be, Mg, Ca, Sr, Ba). Regularities in the change of electronic configurations, values of radii, ionization energy and electronegativity of atoms. Diagonal similarity beryllium — aluminum. Preparation of hydroxides $\text{M}(\text{OH})_2$ and comparison of their acid-base properties in Be–Mg–Ca–Sr–Ba series.

Elements of 13th group (B, Al, Ga, In, Tl). Regularities in changes of the electronic configuration, the size of atoms, ionization energy, electron affinity, electronegativity, characteristic oxidation states and coordination numbers of atoms. Chemical methods of separation of aluminum and beryllium compounds. Preparation, structure, properties of diborane B₂H₆.

Elements of 14th group (C, Si, Ge, Sn, Pb). Regularities in changes of the electronic configuration, the size of atoms, ionization energy, electron affinity, electronegativity, characteristic oxidation states and coordination numbers of atoms. Oxygen compounds of the 14th group. Comparison of the structure and properties of CO₂ and SiO₂

Elements of 15th group (N, P, As, Sb, Bi). Regularities in changes of the electronic configuration, the size of atoms, ionization energy, electron affinity, electronegativity, characteristic oxidation states and coordination numbers of atoms. Comparison of strength of single (E–E), double (E=E) and triple (E≡E) bonds. Preparation, comparison of structure and properties (acidic, oxidative activity and thermal stability) HNO₂ and HNO₃.

Elements of 16th group (O, S, Se, Te, Po). Regularities in changes of the electronic configuration, the size of atoms, ionization energy, electron affinity, electronegativity, characteristic oxidation states and coordination numbers of atoms. The distinctive properties of oxygen, the multiplicity

of bonds and features of catenation (forming of homoelements chains) in O–S–Se–Te series. Preparation, comparison of structure and properties (acidic, oxidative activity and thermal stability) H_2SO_3 and H_2SO_4 .

Elements of 17th group (F, Cl, Br, I). Regularities in changes of the electronic configuration, the size of atoms, ionization energy, electron affinity, electronegativity, characteristic oxidation states and coordination numbers of atoms. Fluorine features. Intermolecular interactions and physical properties of simple substances. Structure and properties (thermodynamic stability, oxidative, acidic properties) chlorine acids in series Cl(I)—Cl(III)—Cl(V)—Cl(VII).

Elements of 4th group (Ti, Zr, Hf). Regularities in changes of the electronic configuration, the size of atoms, ionization energy, electron affinity, electronegativity, characteristic oxidation states and coordination numbers of atoms. Comparison of structure and properties of compounds of the same type in series Ti(IV)—Ti(III)—Ti(II) (oxides, hydroxides, halides). Complex compounds of Ti.

Elements of 5th group (V, Nb, Ta). Regularities in changes of the electronic configuration, the size of atoms, ionization energy, electron affinity, electronegativity, characteristic oxidation states and coordination numbers of atoms. Structure and chemical properties of cationic and anionic forms of vanadium (V) compounds in aqueous solution. Preparation and comparison of oxidation-reduction and acid - base

properties of compounds V(II)–V(III)–V(IV)–V(V) in aqueous solution.

Elements of 6th group (Cr, Mo, W). Regularities in changes of the electronic configuration, the size of atoms, ionization energy, electron affinity, electronegativity, characteristic oxidation states and coordination numbers of atoms. Acid-base, redox properties of chromium compounds in the Cr(VI)–Cr(III)–Cr(II) series. Preparation, comparison of structure and properties (acidic properties, thermodynamic stability and oxidative activity) of EO₃ oxides (E = Cr, Mo, W).

Elements of 7th group (Mn, Tc, Re). Regularities in changes of the electronic configuration, the size of atoms, ionization energy, electron affinity, electronegativity, characteristic oxidation states and coordination numbers of atoms. Acid-base, redox properties of manganese in series Mn(II)-Mn(III)-Mn(IV)-Mn(VI)-Mn(VII). Preparation, comparison of structure and properties (thermodynamic stability, acid-base, redox) of Mn(VII)–Tc(VII)–Re(VII) compounds.

3d-elements of 8th, 9th и 10th groups (Fe, Co, Ni). Regularities in changes of the electronic configuration, the size of atoms, ionization energy, electron affinity, electronegativity, characteristic oxidation states and coordination numbers of atoms. Acid-base, redox properties of hydroxides M(OH)₂ and M(OH)₃ in a series of Fe-Co-Ni. Preparation and comparison of properties (thermodynamic stability, acid-base, redox) of compounds Fe(II), Fe(III) and Fe(VI).

Elements of 11th group (Cu, Ag, Au). Regularities in changes of the electronic configuration, the size of atoms, ionization energy, electron affinity, electronegativity, characteristic oxidation states and coordination numbers of atoms. Thermodynamic stability, acid-base and redox properties of Cu and Ag oxides and hydroxides. Preparation, structure and disproportionation of Cu(I) compounds.

Elements of 12th group (Zn, Cd, Hg). Regularities in changes of the electronic configuration, the size of atoms, ionization energy, electron affinity, electronegativity, characteristic oxidation states and coordination numbers of atoms. Acid-base, redox properties of hydroxides $M(OH)_2$ in the series Zn–Cd–Hg. Preparation, structure and disproportionation of the Hg_2^{2+} compounds.

Analytical Chemistry

The main characteristics of chemical analysis methods. The concept of systematic and random errors of chemical analysis. Statistical processing of measurement results.

Representative sample. Size and methods of sampling. Sample preparation for analysis.

Ideal and real systems. Activity, equilibrium and total concentration. Thermodynamic and concentration equilibrium constants.

Acid-base balance. Modern ideas about acids and bases. The main provisions of the acid-base theories of Brønsted-Lowry and

Lewis. Influence of the nature of solvents on the strength of acids and bases. Leveling and differentiating effects of solvents. Buffer solutions and their properties.

Acid-base titration. Indicators. Determination of acids (individual and their mixtures) and bases (individual and their mixtures).

Complex compound. Equilibrium of complex formation and its quantitative characteristics. Analytically important properties of CC. Application of complexes in chemical analysis. Complexometric titration. Metallochromic indicators. Direct, back, displacement and indirect titration. Methods for increasing the selectivity of complexometric determination of elements.

Oxidation-reduction reactions. Redox electrode potential (standard, equilibrium, formal), factors affecting it. Equilibrium constants and the direction of redox reactions.

Redox-titration. Methods for determining the end point of titration. Indicators. Redox-titration methods: dichromatometry, iodometry, permanganatometry.

Heterogeneous equilibrium in the sediment-solution system. Solubility product, solubility, factors affecting solubility.

Formation, properties, conditions of crystal and amorphous precipitation. Contamination of precipitation and ways to eliminate it.

Gravimetric analysis: the essence, advantages and disadvantages of

the method. Examples.

Methods of separation and concentration in chemical analysis.
Solvent extraction.

Chromatographic methods of analysis. Classification of methods according to different principles. Basic chromatographic parameters. Qualitative and quantitative analysis.

Gas chromatography. Sorbents and carriers. Separation mechanism. Detectors. Application.

Liquid chromatography (LC). The types of LC. Benefits of HPLC. Normal - phase and reversed-phase variants of HPLC. Mobile and stationary phases, principles of their choice. Detectors. Application.

Electrochemical methods of analysis: General characteristics, classification. Direct potentiometry and potentiometric titration. Measuring potential. Classification of indicator electrodes. Practical application of ionometry.

Coulometry and coulometric titration. Theoretical bases. Practical application.

Voltammetry. Characteristics of the current-voltage curve. Modern types of voltammetry, advantages and limitations in comparison with classical polarography. Amperometric titration.

Spectroscopic methods of analysis. Classification of spectroscopic methods by the nature of particles interacting with radiation, the nature of

the process, the range of electromagnetic radiation.

Atomic-emission and atomic-absorption methods of analysis. Sources of atomization and radiation of particles. Physical and chemical processes in atomizers. Spectral and physico-chemical noise, methods of their elimination. Analytical capabilities and applications of methods.

Molecular absorption spectroscopy (spectrophotometry). The basic law of light absorption. Preparation of colored compounds, spectrophotometric reactions. Quantitative analysis, analysis of multicomponent systems, study of reactions in solutions. Metrological characteristics and analytical capabilities of the method. Examples of practical application.

Molecular luminescence spectroscopy. Classification according to the sources, mechanism and duration of glow. Fluorescence and phosphorescence. Scheme Yablonsky. Basic regularity. Factors affecting luminescence intensity. The luminescence quenching. Physico-chemical and spectral interference. Analytical capabilities of the method, its metrological characteristics. Example of use.

Organic Chemistry

The main functional groups and classes of organic compounds. Types of isomerism of organic compounds. The concept of conformations on the example of alkanes. Geometric alkene isomerism. The concept of optical activity and chirality with one asymmetric carbon atom. The

concept of enantiomers and racemates. R,S - nomenclature. Connections with two chiral centers. The concept of diastereomers.

Alkanes. Methods of synthesis of alkanes. Chemical properties of alkanes. The mechanism of a chain radical reaction. Cracking.

Alkenes. Methods of synthesis of alkenes. The hydrogenation of alkenes. Hydroboration. Alkene ozonolysis. Oxidation of alkenes to diols. Electrophilic joining alkaram. Reaction mechanism. Bromine joining the alkenes. Hydrogenation. Acid-catalyzed hydration of alkenes, hydroxymercuration. Free radical reactions: addition of hydrogen bromide by Kharasch. Allyl bromination.

Alkynes. Methods of synthesis of alkynes. C-H-acidity of alkynes. Hydration of alkynes. Acetylene-allene isomerization. The shift of the triple bond in terminal position. Dienes. Methods of obtaining dienes. 1,2- and 1,4-addition to conjugated dienes. Diels-Alder Reaction.

Reactions of nucleophilic substitution at a saturated carbon atom in the alkyl halides. Mechanisms SN_1 and SN_2 . The main regularities of nucleophilic substitution reactions. β -Elimination. Elimination mechanisms (E1, E2). The main regularities of these reactions.

Alcohols as weak O-H acid. Substitution of hydroxyl group in alcohols for halogen. Dehydration of alcohols. Oxidation of alcohols. Pincon-pinacolada regrouping. Ether. Synthesis method. Oxiranes. Methods of obtaining. Epoxy opening reactions under the action of

electrophilic and nucleophilic agents.

Aldehydes and ketones. Addition of nucleophiles to the carbonyl group. Mechanism. Reduction of carbonyl compounds. Oxidation of carbonyl compounds. 1,3-Dithiane. Synthesis, α -CH-acidity. Keto-enol tautomerism ketones, diketones and ketoesters. Reactions occurring through the formation of the enol form. Halogenation of carbonyl compounds. Haloform reaction. Aldol-conjugated enone condensation in acidic and alkaline medium. Directional aldol condensation. Ester condensation. Syntheses using acetoacetic ester and malonic ester.

Carboxylic acid. Effect of substituents on acidity. Decarboxylation. The reaction of halogenation at the α -carbon atom. Derivatives of carboxylic acids. Halides, anhydrides, carboxylic acids, esters. Synthesis and properties. Synthesis of amides of carboxylic acids. Sextet rearrangements. Nitriles.

Structure of benzene. Aromaticity. Huckel Rule. Criteria of aromaticity (energy, structural, magnetic). Signs of aromaticity (reactivity). Properties of the aliphatic side chain in aromatic hydrocarbons. Halogenation of toluene and its homologues in the side chain. Oxidation of the side chain. Hydrogenation.

Electrophilic substitution in the aromatic series. Electrophilic agents and reaction mechanism of nitration, halogenation, sulfation, Friedel-Crafts alkylation and acylation of aromatics. Orientation of

electrophilic substitution. Side processes in alkylation reactions.

Formylation. Nucleophilic substitution in the aromatic series.

Synthesis of aliphatic nitro compounds. Synthesis of amines. Properties of amines. Basicity. Protecting the amino group. Interaction of primary, secondary and tertiary aliphatic and aromatic amines with nitric acid.

Diazo - and azo-compounds. Diazonium salts. Diazotoluene primary aromatic amines. Reactions of diazo compounds with the release of nitrogen. Azo coupling. Diazomethane.

Phenols and quinones. Methods of synthesis of phenols. Properties of phenols. Preparation of o - and p-benzoquinones.

Classification of alicycles. Types of strain in cycloalkanes and conformation. Methods of synthesis of compounds of cyclopropane and cyclobutane. Features of chemical properties of compounds with a three-membered cycle. Synthesis of compounds of cyclopentane and cyclohexane series.

Five-membered heterocycles with one heteroatom. Methods of synthesis of five-membered heterocycles. Paal-Knorr Method. Electrophilic substitution. The acidity of the pyrrole. Indole. Synthesis of indoles by the Fisher.

Six-membered heterocycles. Pyridine, aroma, basicity. The synthesis of pyridines. Chemical properties of pyridine. Basicity. Electrophilic

substitution reactions. N-pyridine oxide, preparation and use in synthesis.

Nucleophilic substitution in pyridines. Quinoline.

Amino acid. Configuration of natural L-amino acids. Amphoteric, isoelectric point. Chemical properties of COOH and NH₂ groups. The most important methods of amino acid synthesis. Methods of peptide bond formation. Protective groups for amino and carboxyl groups, activation of carboxyl group, synthesis of peptides on a solid carrier.

Proteins.

Physical Chemistry

The first law of thermodynamics and its formulations. Differential and integral form of the 1st law. Internal energy and enthalpy, calculation of their changes in various processes. Heat and work for different processes in gases.

Thermochemistry. The thermal effect of a chemical reaction. Hess's Law. Dependence of the thermal effect of the reaction on temperature, Kirchhoff equation.

The second law of thermodynamics and its formulations. Entropy and its properties. Calculation of entropy change for different processes.

Characteristic functions, their definition and properties. The fundamental equations of Gibbs. The characteristic function in the role of thermodynamic potentials, conditions of equilibrium, the extrema and the direction of spontaneous processes.

Determination of phase, number of components, number of degrees of freedom. The conditions of phase equilibrium. Phase equation (Gibbs–Duhem equation). The Gibbs phase rule. Chemical potential.

Phase transitions of the first kind. Clausius–Clapeyron Equation. The state diagram of a single-component system (in any example).

Determination of the ideal solution. Expression for the chemical potential of a component. Raoult's Law. Non-ideal solutions. Lewis activity method.

The condition of chemical equilibrium. Isotherm of chemical reaction. Equilibrium constant. The dependence of the equilibrium constant on temperature, the isobaric van 't Hoff equation.

Adsorption. Langmuir equation, its thermodynamic derivation and scope. Calculation of Langmuir equation parameters from experimental data.

The canonical sum of States and the properties. The molecular sum of States and its components. The connection with the canonical sum of States. Calculation of entropy, internal energy, enthalpy, Helmholtz energy, and Gibbs energy by state sums.

The rate of chemical reaction. Elementary and complex reactions. The basic postulate of chemical kinetics. Molecularity and order of reaction. Rate constant. Methods for determining the reaction order and the rate constant.

Dependence of the chemical reaction rate constant on temperature. Arrhenius equation. Activation energy and methods of its determination.

Theory of active collisions for bimolecular reaction, basic concepts and assumptions. The Trautz–Lewis Equation.

Activated complex theory (transition state theory). Assumptions used in the construction of the theory. Statistical derivation of the basic equation.

Basic concepts of catalysis. The main mechanisms of catalytic reactions. Activity, selectivity and stability of the catalyst. The turnover number.

Enzymatic catalysis. Enzymes as catalysts, their features. Derivation of the Michaelis–Menten equation and determination of kinetic parameters from experimental data. Inhibition of enzymatic reactions.

Electrolyte solution. Activity, activity coefficient. Debye–Hückel theory: basic propositions and assumptions, the concept of ionic atmosphere. The first and second approximations of the theory for the calculation of activity coefficients.

Conductivity of electrolyte solutions: specific, equivalent and molar conductivity, mobility of individual ions. Dependence of mobility on concentration. The Kohlrausch's law.

Electrochemical potential. Equilibrium conditions at the electrode-solution boundary. Galvanic cell. The concept of EMF. The

Nernst equation.

Thermodynamics of a galvanic cell. Application of the Gibbs – Helmholtz equation to electrochemical systems. Determination of changes in Gibbs energy, enthalpy and entropy of chemical reaction by EMF method.

Interface and colloid science

Disperse system. Surface tension. Surfactants, their effect on surface tension. Gibbs adsorption equation.

Wetting. Young's Equation. Thermodynamic conditions of non-wetting, wetting and spreading.

Micelle formation in aqueous and non-aqueous media. Thermodynamics of micelle formation.

Methods of production and factors of stabilization of disperse systems.

Rheological behavior of disperse systems. Nature of contacts in connective disperse systems.

Chemical bases of life

Structure and functions of nucleic acids. Structure and functions of proteins. Structure and functions of biological membranes.

Genetic code. DNA replication and transcription. Fundamentals of genetic bioengineering.

Enzymes as protein catalysts. Classification of enzymes. Basic

equations of kinetics of enzymatic reactions.

Enzymatic catalysis in chemistry, examples of practical use of enzymes. Drugs based on enzymes and their inhibitors.

Polymer Science

Features of the structure and properties of high-molecular compounds that distinguish them from low-molecular analogues. Average molecular weight and curves of molecular weight distribution of polymers.

The structural features of polymer molecules: configurational and conformational isomerism. The phenomenon of flexibility of macromolecules: causes and mechanism. Models of quantitative description of flexibility.

Thermodynamic and hydrodynamic features of polymer solutions. Equation of state of polymer in solution. Determination of molecular weight and size of macromolecules.

Polyelectrolytes and their classification, features of dissociative and conformational behavior. Osmotic pressure of polyelectrolyte solutions. Polyampholytes.

Synthesis of polymers by chain and step mechanisms. Influence of synthesis conditions on reaction rate, molecular weight and stereoregularity of macromolecules formed. Copolymerization.

Chemical reactions of polymers. Polymeranalogous transformations,

intra - and intermolecular reactions, reactions of destruction.

Mechanical properties of polymers. Thermomechanical analysis.
Nature and mechanism of highly elastic and forced-elastic deformations.
Fragility of glass-like polymers.
Structure of crystalline polymers. Thermodynamics and kinetics of crystallization, especially the deformation behavior of crystalline polymers.

考试形式及要求:

Экзамен проходит в письменной форме очно. Время на выполнение экзаменационной работы – 2 астрономических часа.

Кандидаты должны иметь степень не ниже бакалавра в области химии или фундаментального материаловедения и владеть русским языком не ниже сертификата РКИ-4 (для сдающих экзамен на русском языке) или владеть английским языком не ниже сертификата СЕТ-4 (для сдающих экзамен на английском языке).

The exam is held in written form in person. The time to complete the examination work is 2 astronomic hours.

Candidates must have at least a bachelor's degree in chemistry or basic materials science and have a minimum RCT-4 certificate in Russian (for

those taking the exam in Russian) or a CET-4 certificate in English (for those taking the exam in English).

相关文献：

Неорганическая химия

1. М.Е. Тамм, Ю.Д. Третьяков. Неорганическая химия. Т. 1. Физико-химические основы неорганической химии. М.: Изд. центр «Академия», 2004
2. А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов. Под ред. Ю.Д. Третьякова. Неорганическая химия. Т. 2. Химия непериодических элементов. М.: Изд. центр «Академия», 2004.
- 3 А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов. Под ред. Ю.Д. Третьякова. Неорганическая химия. Т. 3. Химия переходных элементов. Кн. 1. М.: Изд. центр «Академия», 2007.
4. А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов. Под ред. Ю.Д. Третьякова. Неорганическая химия. Т. 3. Химия переходных элементов. Кн. 2. М.: Изд. центр «Академия», 2007.
5. А.В.Шевельков, А.А.Дроздов, М.Е.Тамм. Неорганическая химия. М.:Лаборатория знаний, 2023.
6. Дж. Хьюи. Неорганическая химия. Строение вещества и реакционная способность. М.: Химия, 1987.
7. Д. Шрайвер, П. Эткинс. Неорганическая химия. М.: Мир, 2004.

Аналитическая химия

8. Основы аналитической химии. В двух томах /под ред. Ю.А. Золотова/, 4-е изд., М.: Издательский центр «Академия», 2010 384, 416 с. 6-е изд. М.: Издательский центр «Академия», 2014 400, 403 с.
9. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы. /под ред. Ю.А. Золотова/. М.: Лаборатория знаний. 2020 413 с.

Органическая химия

10. О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин, Органическая химия, М., Бином, 1999-2002, т.1–4.

Физическая химия

11. В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунин. Основы физической химии. В 2-х тт. Т. 1. Теория. Т. 2. Задачи – М.: БИНОМ, 2019, 2021
12. Эткинс П., де Паула Дж. «Физическая химия», Мир, 2007
13. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. М.: Химия, 2006; КолосС, 2008; СПб.:Лань, 2015.

Коллоидная химия

14. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А., Коллоидная химия. М.: Юрайт. 2021(или более ранние издания).

Высокомолекулярные соединения

15. Высокомолекулярные соединения : учебник и практикум для академического бакалавриата / М. С. Аржаков [и др.] ; под редакцией

А. Б. Зезина. — Москва : Издательство Юрайт, 2017. — 340 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01322-1.

16 .Киреев, В. В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 1 : учебник для академического бакалавриата / В. В. Киреев. — Москва : Издательство Юрайт, 2016. — 365 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-7150-7.

Химические основы биологических процессов

17. Д. Нельсон, М. Кохс. Основы биохимии Ленинджера. В 3 томах. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012

18. Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина. Биологическая химия. М.: Высшая школа, 1998

19. С.Д. Варфоломеев. Химическая энзимология. М.: Академия, 2004

院系咨询人及电话

咨询人：王老师

咨询电话： 18345163797

考试样题:

Вступительный экзамен по химии
Программа магистратуры «ХИМИЯ»
Вариант (пример)

1. Основные понятия химии комплексных соединений: центральный атом и его координационное число; лиганды, дентатность, донорный атом, внутренняя и внешняя координационные сферы. Изомерия комплексных соединений. Теория кристаллического поля (ТКП) – основные положения.

2. Алканы. Методы синтеза алканов. Изомерия и химические свойства алканов.

3. Термохимия. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры, уравнение Кирхгофа.

Экзаменационное задание по химии состоит из трех теоретических вопросов и задачи.

Примеры задач:

1. Рассчитайте изменение энтропии при добавлении 200 г льда с температурой 0°C к 200 г воды (90°C) в термически изолированном сосуде. Теплота плавления льда составляет 6.0 кДж·моль⁻¹, теплоемкость жидкой воды равна 75.3 кДж·К⁻¹·моль⁻¹.

2. Энтальпии сгорания α -глюкозы, β -фруктозы и сахарозы при 25°C равны

-2802, -2810 и -5644 кДж·моль⁻¹ соответственно. Рассчитайте величину теплового эффекта гидролиза сахарозы.

3. Скорость реакции, протекающей при 35°C в присутствии катализатора оказалась в $8.4 \cdot 10^7$ раз выше, чем скорость некатализируемой реакции. Рассчитайте энергию активации реакции в отсутствие катализатора, если энергия активации катализируемой реакции составляет 42.5 кДж·моль⁻¹.

4. На основе значений стандартных потенциалов $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.771 \text{ В}$ and $E^\circ([\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}]/[\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}]) = 0.36 \text{ В}$ рассчитайте отношение констант устойчивости цианидных комплексов железа при 25°C.

Entrance Examination in Chemistry

“Chemistry” Master's programme

Examination paper (example)

1. Basic concepts of the complex compound's chemistry: the central atom and its coordination number; ligands, denticity, donor atom, internal and external coordination spheres. Isomerism of complex compounds. Crystal field theory (CFT) - basic concepts.

2. Alkanes. Methods of synthesis of alkanes. Isomerism and chemical properties of alkanes.

3. Thermochemistry. The thermal effect of a chemical reaction. Hess's Law. Dependence of the enthalpy of the reaction on temperature, Kirchhoff equation.

Chemistry examination paper consists of three theoretical questions and one task.

Examples of problems:

1. Calculate the change in entropy when 200 g of ice at 0°C are added to 200 g of water (90°C) in an insulated vessel. The heat of melting of ice is 6.0 kJ·mol⁻¹, the heat capacity of liquid water is 75.3 kJ·K⁻¹·mol⁻¹.

2. The enthalpies of combustion of α -glucose, β -fructose and sucrose at 25°C are

–2802, –2810 and –5644 kJ/mol, respectively. Calculate the heat of hydrolysis of sucrose.

3. The rate of the reaction proceeding at 35°C in the presence of a catalyst turned out to be $8.4 \cdot 10^7$ times higher than the rate of the non-catalyzed reaction. Calculate the activation energy of the reaction in the absence of a catalyst if the activation energy for the catalyzed reaction is 42.5 kJ/mol.

4. Based on the values of the standard potentials $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.771 \text{ V}$ and $E^\circ([\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}]/[\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}]) = 0.36 \text{ V}$, determine the ratio of stability constants of iron cyanide complexes at 25°C.