



**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Северо-Осетинский государственный университет  
имени Коста Левановича Хетагурова»  
(ФГБОУ ВО «СОГУ»)**

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

**04.04.01 ХИМИЯ,  
программа «Химия перспективных органических и  
неорганических материалов»**

для поступающих на обучение по образовательным программам  
высшего образования – программе **магистратуры** в 2025 году

**Составитель:**

**Абаев В.Т.**, заведующий  
кафедрой органической  
химии, доктор наук

**Владикавказ, 2025**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **Раздел I. Вводная часть**

- 1.1. Цель и задачи вступительных испытаний
- 1.2. Общие требования к организации вступительных испытаний
- 1.3. Описание формы проведения вступительных испытаний
- 1.4. Продолжительность вступительных испытаний в минутах
- 1.5. Структура вступительных испытаний

### **Раздел II. Содержание программы**

### **Раздел III. Фонд оценочных средств**

- 3.1. Критерии оценки
- 3.2. Демонстрационный вариант

### **Раздел IV. Список литературы**

## **Раздел I. Вводная часть**

### **1.1. Цель и задачи вступительных испытаний**

Вступительные испытания по направлению подготовки 04.04.01 Химия, профиль программы «Химия перспективных органических и неорганических материалов» проводятся в очном формате и в дистанционной форме с использованием дистанционных образовательных технологий.

**Цель** вступительных испытаний – выявление уровня теоретической подготовки абитуриентов, поступающих на программы магистратуры.

**Задачи** вступительных испытаний:

- установить уровень знаний абитуриентов;
- произвести отбор абитуриентов, наиболее способных и подготовленных к освоению программ магистратуры.

### **1.2. Общие требования к организации вступительных испытаний**

К участию во вступительном испытании допускаются лица, подавшие документы в Университет, при наличии документа, удостоверяющего личность (в том числе паспорт гражданина Российской Федерации, удостоверяющий личность гражданина Российской Федерации за пределами территории Российской Федерации). При отсутствии документа, удостоверяющего личность, поступающий не допускается к участию во вступительном испытании. Допуск к очному вступительному испытанию поступающий получает после предъявления оригинала документа, удостоверяющего личность поступающего представителю приемной комиссии/дежурному по аудитории.

В случае опоздания на очное вступительное испытание или в случае задержки с подключением к дистанционному вступительному испытанию поступающий может быть допущен к участию при условии опоздания не более 30 минут с момента начала вступительного испытания, без продления времени выполнения заданий.

На вступительных испытаниях не допускается использование учебной, справочной, художественной литературы, любых видов электронных и переговорных устройств.

### **1.3. Описание формы проведения вступительных испытаний**

Вступительные испытания по направлению подготовки 04.04.01 Химия (уровень магистратуры) профиль программы «Химия перспективных органических и неорганических материалов» проводятся проводится в форме устного экзамена. В процессе сдачи экзамена абитуриенту могут быть заданы дополнительные вопросы, как по содержанию экзаменационного билета, так и по любым разделам предмета в пределах программы вступительного испытания.

На экзамене абитуриент может пользоваться справочными таблицами, такими как «Периодическая система химических элементов», «Термодинамические параметры веществ», «Ряд стандартных электродных потенциалов», «Таблица растворимости кислот, оснований и солей» и др.

### **1.4. Продолжительность вступительных испытаний в минутах**

Время подготовки устного ответа составляет не более 45 минут.

## **1.5. Структура вступительных испытаний**

В состав экзаменационного билета входят четыре теоретических вопроса из основных разделов программы вступительных испытаний: общая и неорганическая химия, аналитическая химия, физическая и коллоидная химия, органическая химия, химические основы жизни, высокомолекулярные соединения.

### **Раздел II. Содержание программы**

#### **Блок I. Общая и неорганическая химия**

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

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

Химическое равновесие. Константа равновесия. Примеры выражения константы равновесия различных процессов через парциальные давления газов или концентрации (активности) жидких или газообразных веществ. Принцип Ле Шателье для смещения химического равновесия.

Скорость химической реакции. Закон действующих масс. Кинетическое уравнение. Порядок и молекулярность реакции. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса. Энергия активации и координата реакции. Механизм химической реакции. Лимитирующая стадия процесса. Последовательные и параллельные реакции.

Комплексные соединения (КС). Основные положения координационной теории Вернера. Виды изомерии комплексных соединений. Природа химической связи в КС. Строение КС с позиции МВС. Основные положения теории кристаллического поля (ТКП). Спектрохимический ряд лигандов. Магнитные и спектральные свойства комплексных соединений. Сравнение возможностей метода валентных связей, теории кристаллического поля и теории поля лигандов в описании строения КС.

Устойчивость комплексных соединений в водном растворе. Константа устойчивости и константа нестойкости. Термодинамическая и кинетическая устойчивость комплексов.

Растворы. Особые свойства воды как растворителя. Количественные характеристики растворимости: коэффициент растворимости, константа или произведение растворимости (ПР). Способы выражения концентрации растворов.

Коллигативные свойства растворов. Осмос. Осмотическое давление, температура замерзания, температура кипения и относительное понижение давления пара растворителя в случае растворов электролитов и неэлектролитов.

Кислоты, основания и соли с точки зрения теории электролитической диссоциации, теории Бренстеда-Лоури, теории Льюиса. Концентрация и активность иона в растворе. Концентрационная и термодинамическая константы диссоциации. Факторы, влияющие на константу диссоциации.

Ионное произведение воды. Водородный показатель. Кислотно-основные индикаторы. Примеры буферных растворов. Гидролиз солей. Константа гидролиза и степень гидролиза.

Окислительно-восстановительные реакции (ОВР). Окислительно-восстановительный потенциал как количественная характеристика редокс-системы. Уравнение Нернста. Редокс-потенциалы и оценка направления и полноты протекания окислительно-восстановительных реакций. Зависимость между величинами редокс-потенциалов систем и изменением энергии Гиббса.

Окислительно-восстановительные процессы с участием электрического тока. Электролиз растворов и расплавов. Электросинтез. Гальванические элементы. Первичные и вторичные элементы. Элемент Лекланше, свинцовый аккумулятор, щелочной аккумулятор.

s-Элементы I и II групп, закономерности в строении и свойствах соединений с кислородом, гидроксидов, карбонатов, галогенидов. Особенности солей лития. Применение солей s-элементы I и II групп.

p-Элементы III – VII групп, строение их атомов. Изменение по группе атомных радиусов, ионизационных потенциалов, сродства к электрону и относительной электроотрицательности элементов. Валентность и степени окисления атомов. Простые вещества, особенности их строения, физические и химические свойства.

Соединения p-Элементы III – VII групп с металлами и неметаллами. Закономерности в изменении окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств соединений с кислородом, гидроксидов. Формы нахождения элементов в природе. Принципы получения и применения простых веществ.

3d-Элементы. Общая характеристика. Строение атомов. Изменение по группе атомных радиусов и ионизационных потенциалов. Валентность (координационное число) и степени окисления атомов. Свойства простых веществ. Степени окисления. Оксиды, гидроксиды. Химия водных растворов, комплексные соединения.

4d-Элементы. Строение атомов. Изменение по группе атомных радиусов и ионизационных потенциалов. Валентность (координационное число) и степени окисления атомов. Общая характеристика, свойства простых веществ. Соединения элементов в разных степенях окисления. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства оксидов и гидроксидов. Особенности комплексообразования.

d-Элементы VIII группы. Общая характеристика. Валентность и степени окисления атомов. Изменение по группе устойчивости соединений в высшей степени окисления атомов. Характер химических связей в соединениях. Свойства простых веществ (реакции с неметаллами, кислотами, щелочами).

Нахождение d-элементов VIII группы в земной коре. Важнейшие природные соединения. Принципы промышленного получения металлов. Применение металлов в свободном состоянии и в виде сплавов. Чугун, сталь. Оксиды, гидроксиды и соли d-

элементов VIII группы. Склонность к образованию катионной и анионной форм, образованию оксосоединений, кластерных соединений и комплексообразованию.

f-Элементы. Особенности строения их атомов. Валентность и степени окисления атомов. Сходство и различия в свойствах 4f- и 5f-элементов. Изменение устойчивости соединений в высшей степени окисления атомов в рядах лантаноидов и актиноидов. Внутренняя периодичность свойств элементов. Нахождение в природе. Принципы промышленного получения металлов. Реакции, лежащие в основе методов синтеза трансураниевых элементов. Применение металлов в свободном состоянии и в виде сплавов.

## **Блок II. Аналитическая химия**

Аналитическая химия и химический анализ. Основные разделы аналитической химии. Краткий исторический очерк развития аналитической химии. Методы аналитической химии. Химические, физические и биологические методы.

Методы обнаружения, идентификации, разделения и концентрирования. Константы распределения. Степень извлечения. Фактор разделения. Методы концентрирования проб: экстракция, дистилляция, сублимация. Коэффициент концентрирования. Применение экстракционных и хроматографических методов в аналитической химии для разделения веществ.

Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ. Первичная обработка и хранение проб. Потери и загрязнения при пробоотборе. Основные способы перевода в форму, необходимую для данного вида анализа.

Основные характеристики методов определения: чувствительность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, воспроизводимость, правильность, селективность.

Применение закона действующих масс в аналитической химии. Основные типы равновесий, применяемых в аналитической химии.

Гетерогенные равновесия в системе осадок – насыщенный раствор малорастворимого электролита и их роль в аналитической химии.

Кислотно-основное равновесие. Развитие представлений о кислотах и основаниях. Использование протолитической теории для описания равновесий. Влияние свойств растворителя; классификация растворителей. Константы кислотности и основности. Гидролиз, константа и степень гидролиза. Буферные системы и их свойства.

Комплексообразование. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Комплексные соединения в растворе. Константы устойчивости. Методы определения состава комплексных соединений и расчета констант устойчивости. Примеры использования комплексов в анализе. Органические реагенты и их применение в аналитической химии.

Окислительно-восстановительное равновесие. Обратимые и необратимые реакции. Уравнение Нернста. Стандартные и реальные потенциалы. Механизм окислительно-восстановительных реакций.

Качественный химический анализ, классификация методов. Аналитические классификации катионов и анионов. Дробный и систематический анализы.

Количественный анализ. Классификация методов количественного анализа.

Математическая обработка результатов количественного анализа. Абсолютная и относительная погрешности анализа. Систематические и случайные погрешности анализа. Статистическая обработка результатов измерений.

Гравиметрический анализ, его сущность, основные этапы, значение, достоинства и недостатки. Ограничения прямых и косвенных гравиметрических методов. Требования, предъявляемые к осадкам. Важнейшие неорганические и органические осадители.

Титриметрический анализ, основные понятия, виды титрования. Классификация методов титрометрического анализа. Виды титрования. Кривые титрования. Точка эквивалентности, конечная точка титрования и методы ее индикации.

Кислотно-основное титрование в водных и неводных средах. Кривые титрования для одно- и многоосновных систем. Ацидиметрия и алкалиметрия. Индикаторы кислотно-основного титрования.

Окислительно-восстановительное титрование, сущность метода, классификация редокс-методов. Условия проведения методов окислительно-восстановительного титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы.

Краткая характеристика методов перманганометрии, иодометрии и иодиметрии, дихроматометрии, броматометрии, цериметрии. Сущность методов, условия их проведения. Примеры определений.

Комплексометрическое титрование. Классификация методов и их применение. Сущность, аналитические особенности, требования к реакциям в комплексометрии. Использование аминополикарбонновых кислот в комплексометрическом титровании. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Примеры практического использования комплексометрического титрования.

Осадительное титрование, сущность метода, классификация методов по природе реагента. Индикаторы метода осадительного титрования. Аргентометрия. Меркурометрия. Примеры определений.

Общая характеристика инструментальных (физико-химических) методов анализа, их классификация, достоинства и недостатки.

Оптические методы анализа, их классификация, общий принцип метода.

Молекулярный спектральный анализ в видимой и УФ-областях спектра. Сущность метода. Электронные спектры и энергетические переходы в молекулах. Основные законы сетопоглощения. Фотоэлектроколориметрия и спектрофотометрия. Способы определения концентрации веществ. Спектрофотометрическое титрование.

Нефелометрия и турбидиметрия. Понятие о фототурбидиметрическом и фотонепелометрическом титровании.

Рефрактометрический метод анализа. Применение рефрактометрии в анализе продуктов питания, фармацевтическом анализе

Атомно-эмиссионная спектроскопия. Возбуждение проб в пламени. Возбуждение в дуговом и искровом разрядах. Индуктивно связанная плазма.

Колебательные и вращательные спектры. Качественная интерпретация спектров и количественный анализ: идентификация веществ, структурно-групповой и молекулярный анализ, определение строения индивидуальных соединений.

Атомно-абсорбционная спектрометрия. Сущность метода. Источники излучения.

Методы рентгеноспектрального анализа (РСА). Основные свойства и характеристики рентгеновского излучения.

Люминесцентные методы. Виды люминесценции. Качественный и количественный анализ. Примеры практического применения люминесцентной спектроскопии.

Способы масс-спектрального анализа, регистрация и интерпретация спектров. Качественный и количественный анализ. Применение масс-спектрометрии для анализа органических соединений и элементного и изотопного анализа. Определение примесей в твердых веществах методом искровой масс-спектрометрии. Хромато-масс-спектрометрия.

Электрохимические методы анализа, общая характеристика, классификация методов. Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионметрия: возможности метода и ограничения. Классификация ионселективных электродов. Потенциометрическое титрование. Способы обнаружения конечной точки титрования. Применение метода потенциометрии в аналитических целях.

Кондуктометрический анализ (кондуктометрия), сущность метода. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Применение метода кондуктометрии в аналитических целях.

Кулонометрический анализ (кулонометрия), теоретические основы метода. Законы Фарадея. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Условия проведения кулонометрических измерений при постоянном потенциале и постоянном токе. Преимущества и ограничения метода кулонометрического титрования по сравнению с другими титриметрическими методами.

Вольтамперометрия, классификация вольтамперометрических методов. Вольтамперная кривая. Полярография. Идентификация и определение неорганических и органических соединений. Современные виды вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменноточковая; хроноамперометрия с линейной разверткой (осциллография). Преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией. Практическое применение вольтамперометрических методов и амперометрического титрования.

Хроматографические методы анализа. Ионообменная хроматография, сущность метода и его применение. Тонкослойная хроматография. Сущность метода и области применения.

Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) хроматография. Сущность метода. Газо-жидкостная хроматография. Принцип метода. Объекты исследования.

Высокоэффективная капиллярная газовая хроматография. Сущность метода. Примеры применения для идентификации веществ, для анализа сложных смесей, объектов окружающей среды.

Высокоэффективная жидкостная хроматография. Сущность метода. Разновидности метода в зависимости от полярности неподвижной фазы. Применение для анализа сложных смесей.

### **Блок III. Органическая химия**

Теория химического строения органических соединений Бутлерова её дальнейшее развитие. Представления о пространственном строении молекул. Электронная теория химической связи. Типы гибридизации атома углерода. Понятие о сопряжении.

Электронные эффекты, взаимное влияние атомов в молекулах. Классификация органических соединений и основы номенклатуры. Классификация органических реакций и реагентов.



Представления о механизме органических реакций, о нуклеофильных и электрофильных реагентах, гетеролитическом и гомолитическом типах разрыва связей. Интермедиаты в органических реакциях- карбокатионы, карбанионы, радикалы, карбены. Классификация реакций и реагентов в органической химии.

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

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

Галогенпроизводные углеводородов. Получение, свойства, SN1 и SN2 механизмы нуклеофильного замещения.

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

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

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

Карбоновые кислоты. Строение карбоксильной группы. Реакции по карбоксильной группе и  $\alpha$ -положению. Производные карбоновых кислот: ангидриды, галогенангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы, получение и свойства. Ацетоуксусный эфир. Синтез, свойства.

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

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

#### **Блок IV. Физическая химия. Коллоидная химия**

Макроскопические системы и термодинамический метод их описания. Термодинамические понятия и определения, интенсивные и экстенсивные величины. Термодинамические параметры состояния, обобщенные силы и обобщенные координаты.

Нулевой закон термодинамики, температура.

Теплота и работа различного рода. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия, энтальпия. Калорические коэффициенты. Термохимия. Закон Гесса и его следствия. Теплоемкость, зависимость теплоемкости от температуры. Закон Кирхгофа. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах.

Второй закон термодинамики. Теорем Карно-Клаузиуса. Понятие о методе Каратеодори. Уравнение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Абсолютная температура.

Энтропия как функция состояния. Изменение энтропии при различных процессах. Постулат Планка.

Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца и их свойства. Фундаментальное уравнение Гиббса. Характеристические функции.

Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов, выраженные через характеристические функции.

Химический потенциал, определение и свойства, равновесие в поле внешних сил, полные потенциалы, химическая переменная. Химический потенциал идеального и реального газов. Метод летучести Льюиса. Метод вычисления летучести из опытных данных.

Основные постулаты статистической термодинамики. Термодинамическая вероятность и энтропия. Молекулярная сумма по состояниям и сумма по состояниям макроскопической системы.

Связь сумм по состояниям с термодинамическими параметрами и функциями.

Суммы по состояниям для различных видов движения: поступательного, вращательного, колебательного, электронного.

Расчет термодинамических параметров и функций, констант равновесия химических реакций методом статистической термодинамики.

Давление насыщенного пара жидких растворов. Закон Рауля. Идеальные и неидеальные растворы и их свойства. Отклонения от закона Рауля. Криоскопия. Осмотические явления. Уравнение Вант-Гоффа.

Парциальные мольные величины и их определение из опытных данных (для бинарных систем).

Равновесие жидкость-пар в двухкомпонентной системе. Законы Гиббса-Коновалова. Разделение веществ путем перегонки. Азеотропные смеси и их свойства.

Гетерогенные системы. Понятие фазы, компонента, степени свободы. Правило фаз Гиббса.

Однокомпонентные системы. Диаграмма состояния воды. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса и его применение к различным фазовым переходам первого рода.

Двухкомпонентные системы. Различные диаграммы состояния двухкомпонентных систем и их анализ на основе правила фаз. Системы, образующие твердые растворы и химические соединения с конгруэнтной и инконгруэнтной точкой плавления. Эвтектическая и перитектическая точки.

Трехкомпонентные системы. Треугольник Гиббса. Диаграммы плавкости трехкомпонентных систем.

Уравнение изотермы химической реакции и константа равновесия. Термодинамическое обоснование направления химической реакции. Методы расчета химических равновесий при различных температурах. Приведенная энергия Гиббса и ее использование для расчета химических равновесий.

Зависимость констант равновесия от температуры. Уравнения изобары и изохоры реакции и их термодинамический вывод. Использование различных приближений при расчетах химических равновесий при различных температурах.

Основные понятия химической кинетики. Кинетические кривые. Кинетические уравнения. Определение скорости реакции, константы скорости и порядка реакции. Молекулярность элементарных реакций.

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

Теория соударений в химической кинетике. Преимущества и недостатки. Метод переходного состояния в химической кинетике. Свойства активированного комплекса.

Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Механизм реакций кислотно-основного катализа. Уравнения Бренстеда и его использование в кинетике каталитических реакций.

Гетерогенный катализ. Активность и селективность катализаторов. Теории гетерогенного катализа. Основные положения мультиплетной теории.

Основные свойства растворов электролитов. Электрическая проводимость растворов электролитов. Основные положения теории Аррениуса, её недостатки. Понятие об электростатической теории сильных электролитов Дебая и Гюккеля. Понятие электрохимического и электродного потенциала. Формула Нернста. Условия равновесия на границе раздела электрод-раствор. Классификация электродов и электрохимических цепей. Определение коэффициентов активности и чисел переноса на основе измерения ЭДС. Применение метода ЭДС для определения физико-химических величин.

Современная коллоидная химия как физическая химия дисперсных систем и поверхностных явлений. Специфические особенности дисперсных систем. Роль поверхностных явлений в дисперсных системах.

Адсорбция на границе раздела газ-жидкость. Поверхностная активность. Правило Траубе-Дюкло.

Адсорбция на границе газ-твердое тело и твердое тело-раствор. Теории мономолекулярной и полимолекулярной адсорбции. Изотермы адсорбции и их описание с помощью этих теорий.

Электрокинетические явления в дисперсных системах. Строение двойного электрического слоя (ДЭС) по Гуи, Чепмену и Штерну. Современное представление о строении ДЭС.

Устойчивость лиофильных и лиофобных систем. Критерий Шукина-Ребиндера. Теория ДЛФО. Влияние электролитов на устойчивость лиофобных систем.

Задачи, решаемые методами масс-спектрометрии при определении строения вещества. Принципиальная схема статического масс-спектрометра. Ионы и методы ионизации, достоинства и недостатки каждого метода. Получение масс-спектра, характеристики масс-спектрометра: продольная фокусировка, разрешающая сила, чувствительность. Типы динамических масс-спектрометров: – времяпролетный, квадрупольный, циклотронный, их возможности, особенности, достоинства и недостатки в практическом использовании.

Природа химической связи, кривая потенциальной энергии системы, разделение вращательного, колебательного, электронного движения в молекуле, энергетические уровни, понятие спектра. Колебания в двухатомных молекулах, кривая потенциальной энергии и колебательные спектры гармонического и ангармонического осциллятора, частота колебаний, ее связь с молекулярными характеристиками, определение энергии диссоциации связи в двухатомных молекулах. Колебательные спектры многоатомных молекул, характеристические частоты в ИК-спектрах. Комбинационное рассеяние света, стоксовы и антистоксовы компоненты колебательного спектра комбинационного рассеяния. Техника ИК- и КР- спектроскопии.

Рентгеноструктурные исследования при определении структуры кристаллов, условие Брэгга, связь интенсивности рассеяния рентгеновского излучения с распределением электронной плотности в кристаллической решетке (на примере кристалла CsCl).

Резонансные методы исследования в химии: спектры ЯМР, связь химического сдвига со структурой соединения; спектры ЭПР, принцип получения и характеристики, связь со структурой вещества.

Метод фотоэлектронной спектроскопии – метод изучения электронного строения атомов и молекул. Фотоэлектрический эффект. Потенциал ионизации. Рентгеновская ФЭС. Достоинства метода ФЭС. Общий вид фотоэлектронного спектра. Происхождение структуры фотоионизационных полос. Адиабатический и вертикальный потенциалы ионизации. Теорема Купманса. Границы ее применимости. Источники ошибок в методе ФЭС. Энергия реорганизации электронов. Энергия корреляции.

Изомерия. Определение изомерии по Берцелиусу и Руври. Нежесткие молекулы. Временной фактор при определении структуры молекул. Характеристическое время (или временное разрешение) метода. Классификация изомеров.

Методы исследования структурно нежестких молекул. Время жизни изомеров. Зависимость спектра ЯМР нежестких молекул от температуры

Наночастицы на основе углерода. Фуллерены – аллотропная модификация углерода. Метод получения макроскопических количеств фуллеренов. Строение и свойства фуллеренов. Химическая стабильность четных и нечетных структур. Правила стабилизации. ИК-, КР-спектры фуллеренов и их электронные спектры поглощения. Химическая связь в объемных карбофуллеренах. Соединения включения.

## **Блок V. Химические основы жизни**

Строение и номенклатура аминокислот. Электрические и оптические свойства аминокислот. Классификация боковых радикалов аминокислот по полярности, гидрофобности и заряженности. Понятие об изоэлектрической точке (pI).

Пептиды, строение и свойства. Пептидная связь. Полипептиды (белки). Уровни структурной организации белковых молекул. Элементы вторичной структуры белка (альфа- спираль и бета-структуры - параллельная и антипараллельная). Связи, обеспечивающие образование элементов вторичной структуры. Третичная структура, как модель пространственной организации белковой молекулы. Связи, участвующие в образовании третичной структуры. Четвертичная структура белка и ее биологический смысл. Отличие четвертичной структуры от белковых агрегатов. Способы определения первичной структуры белков.

Классификация и номенклатура углеводов. Моносахариды, олигосахариды и полисахариды. Строение и оптические свойства. Понятие об энантиомерах, диастереомерах, аномерах. Гликозидные связи. Функции углеводов в организме. Строение и функции полисахаридов у растений и млекопитающих.

Омыляемые и неомыляемые липиды. Фосфолипиды- глицерофосфолипиды и сфингофосфолипиды, классификация и строение. Строение и функции клеточных мембран.

Понятие о метаболизме. Катаболизм и анаболизм. Центральные и специальные метаболические пути. Биологическое окисление, как источник энергии для процессов в организме. Биологические аккумуляторы энергии.

Этапы гликолиза и глюконеогенеза, промежуточные соединения (интермедиаты) и катализаторы стадий. Энергетическая ценность гликолиза. Аэробные этапы окисления углеводов- окислительное декарбоксилирование пирувата и цикл Кребса. Интермедиаты, катализаторы стадий ЦТК и энергетическая эффективность. Этапы субстратного фосфорилирования в гликолизе.

Понятие о восстановительных эквивалентах (NADH, FAD\*H<sub>2</sub> и др.). Способы транспортировки восстановительных эквивалентов к дыхательной цепи, эффективность трансмембранного переноса.

Строение и состав РНК и ДНК. Понятие об азотистых основаниях, нуклеозидах и нуклеотидах. Первичная, вторичная и третичная структуры ДНКовых молекул. Понятие о комплементарности цепей. Передача наследственной информации. Репликация и транскрипция. Этапы репликации ДНК в прокариотических клетках. Ферменты, участвующие в репликации.

Способы определения первичной структуры ДНК. Этапы процедуры секвенирования ДНК по Сейнджеру и их смысл.

## **Блок VI. Высокомолекулярные соединения**

Макромолекула. Конформационная и конфигурационная изомерия. Гибкость, количественные характеристики гибкости макромолекул. Свободно-сочлененная цепь как идеализированная модель гибкой макромолекулы. Связь гибкости макромолекул с их химическим строением. Понятие о сегменте. Средние молекулярные массы, методы определения. Фракционирование, молекулярно-массовое распределение.

Фазовые, агрегатные и физические состояния полимеров. Термомеханический метод исследования полимерных тел. Характеристика трех физических состояний – стеклообразного, высокоэластического и вязкотекучего. Особенности полимерных стекол. Вынужденная эластичность и изотермы растяжения. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластических деформаций. Механизм вязкого течения. Зависимость температуры вязкого течения от молекулярной массы. Релаксационные явления в полимерных телах (упругое последствие, упругий гистерезис).

Растворы ВМС. Особенности процесса растворения полимеров, ограниченное и неограниченное набухание. Фазовые диаграммы систем полимер – растворитель. Термодинамическое поведение макромолекул в растворе и его особенности по сравнению с поведением молекул низкомолекулярных веществ. Термодинамическое качество растворителей. Принципы подбора растворителей. Природа вязкости растворов полимеров. Вискозиметрический метод определения молекулярной массы, уравнение Марка – Куна – Хаувинка. Уравнения Хаггинса и Флори – Фокса.

Термодинамический и кинетический аспекты полимеризации. Радикальная полимеризация винильных мономеров. Мономеры, инициаторы. Гомолиз двойной связи под действием химических инициаторов. Характеристика элементарных актов радикальной полимеризации (иницирование, рост, обрыв и передача цепи). Анализ уравнения скорости рад. полимеризации (влияние температуры, концентрации мономера и инициатора). Гель-эффект. Способы проведения полимеризации (в массе, растворе, суспензии, эмульсии).

Ионная полимеризация винильных мономеров (катионная и анионная). Сравнение радикальной и ионной полимеризации. Строение мономеров, способных полимеризоваться по ионному механизму. Катализаторы катионной и анионной полимеризации. Природа растущих частиц. Механизм роста и их ограничения при катионной полимеризации. Роль температуры и природы растворителя. Метод «живых» цепей (анионная полимеризация). Получение полимеров с узким молекулярно-массовым распределением методом «живых» цепей.

Типы сополимеров по способу чередования звеньев. Константы сополимеризации. Чередующаяся, идеальная и блочная сополимеризация. Диаграммы состав сополимера - состав исходной смеси мономеров. Сополимеризация как способ модификации свойств полимеров.

Характеристика метода поликонденсации в сравнении с цепной полимеризацией. Мономеры. Функциональность мономеров. Константа равновесия. Полиэтерификация и полиамидирование. Регулирование молекулярной массы при линейной поликонденсации (уравнение Карозерса). Трехмерная поликонденсация. Образование гелей, золей, точка гелеобразования.

Полимераналогичные превращения полимеров. Принцип Флори и полимерные эффекты – доступность функциональных групп, влияние длины цепи, эффект соседних групп, электростатические эффекты, надмолекулярные эффекты и др. Синтез практически важных полимеров путем полимераналогичных превращений: иониты, светочувствительные полимеры, полисопряженные системы, пролонгированные лекарства.

Реакции образования нелинейных макромолекул и сеток. Образование сшивок за счет функциональных групп (примеры). Свойства сшитых и не сшитых полимеров. Вулканизация каучуков.

Реакции деструкции. Химическая, термическая, окислительная, механохимическая, фотохимическая и радиационная деструкция. Старение и стабилизация полимеров.

### **Раздел III. Фонд оценочных средств**

#### **3.1. Критерии оценки**

Максимальная оценка за ответы на вопросы билета составляет 100 баллов, в том числе 40 баллов за первый вопрос и по 30 баллов за второй и третий вопросы билета. Уровень минимальной положительной оценки составляет 56 баллов при условии частичного ответа на каждый из трех вопросов.

При оценке ответов поступающих на вступительных испытаниях в магистратуру учитываются такие критерии как полнота и правильность ответа на вопросы экзаменационного билета, логическое изложение и структурирование материала. Абитуриент должен грамотно пользоваться химической терминологией, знать

теоретические основы общей и неорганической, аналитической и органической химии, основные закономерности, определяющие свойства и превращения веществ.

Оценка ответа формируется на основе следующих критериев:

- аргументированность;
- логика изложения и последовательность конструирования ответа;
- точность и полнота использования понятийно-терминологического аппарата химии;
- сформированность теоретических знаний и специальных умений в области химии;
- умение использовать теоретические знания в конкретных предметных областях химии.

Знания абитуриентов оцениваются по 100-балльной системе:

100-86 баллов - оценка «отлично»;

85-71 баллов - оценка «хорошо»;

70 - 56 баллов - оценка «удовлетворительно»;

менее 56 баллов - оценка «неудовлетворительно».

### 3.2. Демонстрационный вариант

#### Образец экзаменационного билета на вступительном испытании

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова»

#### ВСТУПИТЕЛЬНЫЙ ЭКЗАМЕН по направлению 04.04.01-Химия

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Окислительно-восстановительное титрование, сущность метода, классификация редокс-методов. Условия проведения методов окислительно-восстановительного титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы.
2. Кислоты, основания и соли с точки зрения теории электролитической диссоциации, теории Бренстеда-Лоури, теории Льюиса. Концентрация и активность иона в растворе. Концентрационная и термодинамическая константы диссоциации. Факторы, влияющие на константу диссоциации.
3. Резонансные методы исследования в химии: спектры ЯМР, связь химического сдвига со структурой соединения; спектры ЭПР, принцип получения и характеристики, связь со структурой вещества.
4. Спирты. Фенолы. Промышленные способы получения. Кислотно-основные свойства. Окисление спиртов и фенолов. Реакции электрофильного замещения в фенолах: галогенирование, нитрование, сульфирование.

Председатель экзаменационной комиссии

\_\_\_\_\_ И.О.Фамилия  
подпись

## Раздел IV. Список литературы

### Основная литература

1. Аналитическая химия: качественный химический анализ: практикум, учеб. пособие / Ю.Я. Харитонов, В.Ю. Григорьева. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 296с. - ISBN 978-5-9704-1003-5.
2. Аналитическая химия. Аналитика 1: общие теоретические основы, качественный анализ: учебник/ Ю.Я. Харитонов. - 6-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 688с.: ил. - Библиогр.: с.672-674. - ISBN 978-5-9704-2934-1.
3. Аналитическая химия. Аналитика 2: качественный анализ, физико-химические (инструментальные) методы анализа; учебник / Харитонов, Юрий Яковлевич. - 6-е изд., испр. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 656с.: ил. - Библиогр.: с.633-634. - ISBN 978-5-9704-2941-9.
4. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: Пособие для вузов/ В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина; Под ред. В.П. Васильева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. – 416 с.
5. Васильев В.П. Аналитическая химия: В 2 кн. Кн.1. Титриметрические и гравиметрические методы анализа. Учебник. – 4-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2005. – 366 с.
6. Васильев В.П. Аналитическая химия: В 2 кн. Кн.2. Физико-химические методы анализа. Учебник. – 4-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2012. – 384 с.
7. Основы аналитической химии. Т. 1, 2 /Под ред. Ю.А. Золотова.– М.: Высшая школа, 2012. – 359 с., 504 с.
8. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии /Ю.Ю. Лурье. 6-е издание, перераб. и доп. - М.: Альянс, 2013. -448 с.
9. Неорганическая химия: в 3 т. /под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: Издательский центр «Академия». Т.1 - 2004, 240с., Т.2 - 2004, 368с., Т.3, Кн.1 - 2008, 352с., Т.3, Кн.2 - 2008, 400с.
10. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник / Н. С. Ахметов. - Изд. 8-е, стер. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2014. - 743 с.
11. Некрасов Б.В. Основы общей химии. Т. 1, 2. СПб: Лань, 2003.
12. Березин Б.Д., Березин Д.Б. Органическая химия. М.: Юрайг, 2012. 768 с.
13. Юровская М.А., Куркин А.В. Основы органической химии. - М.: БИНОМ.Лаборатория знаний, 2010.
14. Грандберг И.И. Органическая химия. М.: Юрай г. 2012.
15. Травень В.Ф. Органическая химия. В 2-х т - М.: Академкнига. 2008. Т. 1. - 728 с.: Т.2. - 583с.

### Дополнительная литература

1. Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 1. Химические методы анализа: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. – М.: Издательство Юрайт, 2016. - 551 с. - ISBN 978-5-9916-6057-0. - <https://www.biblio-online.ru/book/0FA5271D-D78B-4716-8461-3E877250AAF5>.



2. Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 2. Физико-химические методы анализа: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. – М.: Издательство Юрайт, 2016. -355 с. – ISBN 978-5-9916-6059-4. - <https://www.biblio-online.ru/book/930D773D-F7F8-4F62-AAA4-4C66F3EC1BA2>
3. Суворов, А.В. Общая химия: учебник / А.В. Суворов, А.Б. Никольский. – 6-е изд. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2020. – 624 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=599264> . – ISBN 978-5-93808-358-5. – Текст: электронный.
4. Реми, Г. Курс неорганической химии / Г. Реми ; ред. А.В. Новоселова. – Москва : Изд-во иностр. лит., 1963. – Т. 1. – 919 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230724> . – ISBN 978-5-4458-7346-4. – Текст: электронный.
5. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. Ч. 1-4. М.: Изд-во МГУ. 2004.
6. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия. Изд. 5-е. СПб: Иван Федоров, 2002. - 624 с.

### Электронные библиотечные системы

1. Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ (ЭБД РГБ) (<https://dvs.rsl.ru>).
2. ЭБС «Университетская библиотека online» (<https://biblioclub.ru>).
3. ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru» (<http://elibrary.ru>.)
4. Универсальная баз данных East View (<https://dlib.eastview.com>). Логин: Khetagurov; Пароль: Khetagurov
5. ЭБС «Консультант студента». <http://www.studentlibrary.ru>
6. ЭБС «Юрайт» - образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям ([www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru))
7. Информационно-правовой портал «Гарант» (<http://www.garant.ru/>).
8. Справочная правовая система Консультант Плюс (<http://www.consultant.ru/>).
9. Сайт дистанционного обучения СОГУ: <http://lms.nosu.ru/>

### Рекомендуемые интернет-адреса:

- [Аналитическая химия в России \[Электронный ресурс\]. –Режим доступа: http://www.rusanalytchem.org/default.aspx;](http://www.rusanalytchem.org/default.aspx)
- [Аналитическая химия: лекции; учебники и задачки \[Электронный ресурс\]. – Режим доступа: http://chembaby.com/analiticheskaya-ximiya/;](http://chembaby.com/analiticheskaya-ximiya/)
- [Аналитическая химия: учебное пособие \[Электронный ресурс\]. – Режим доступа: http://www.chem-astu.ru/chair/study/anchem/;](http://www.chem-astu.ru/chair/study/anchem/)
- [Книги по аналитической химии \[Электронный ресурс\]. – Режим доступа: http://hemsintez24.ru/analiticheskaya-himiya.](http://hemsintez24.ru/analiticheskaya-himiya)

- Электронная библиотека учебных материалов по химии химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary>
- Интернет-портал фундаментального химического образования России: [www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru)
- Химический интернет-портал: [www.chemport.ru](http://www.chemport.ru)