

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В МАГИСТРАТУРУ «ХИМИЯ»

1. Цели и задачи вступительного экзамена

Определение уровня базовой и специальной профессиональных компетентностей будущих магистров в области химии. В ходе вступительных испытаний оцениваются обобщенные знания и умения абитуриентов по химии, выявляются склонности поступающих к научно-исследовательской деятельности в области дальнейшего направления подготовки: неорганическая химия, органическая химия и химическое образование.

2. Основные требования к уровню подготовки абитуриентов

В ходе вступительного испытания поступающий в магистратуру абитуриент должен продемонстрировать:

- владение базовым понятийным аппаратом в области химии и основами научного языка, используемого в области естественных наук;
- умения решать задачи на установление причинно-следственной связи между пространственным и электронным строением веществ и их реакционной способностью на основе использования базовых понятий и основных законов химии (Периодический закон, теории химической связи, теория строения органических соединений);
- умение решать типовые расчетные задачи по химии на основе известных алгоритмов по следующим темам: расчеты по формулам веществ и уравнениям химических реакций; расчет тепловых эффектов реакций; расчеты равновесий обменных и окислительно-восстановительных процессов в растворах электролитов.
- умения проведения эксперимента для получения конкретных знаний о способах получения и свойствах вещества: осмысление проблемы исследования; планирование этапов исследования; отбор учебной и научной литературы по проблеме исследования, включая Интернет-источники; подбор физико-химических методов исследования для изучения состава и свойств вещества; представление полученных результатов исследования с использованием компьютерной презентации.

3. Критерии оценки экзаменационных работ

Экзаменационная работа состоит из 19 тестовых заданий закрытого и открытого типа по трем разделам: неорганической, органической и физической химии. Ответы абитуриентов оцениваются по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов, выставляемых за экзаменационную работу – 100.

Экзаменационная работа включает:

- **задания с выбором ответа** (10 заданий). Правильное решение каждого задания оценивается (в зависимости от уровня сложности) от 2 до 4 баллов. Задание считается *выполненным верно*, если указан номер правильного ответа. Задание считается *невыполненным*, если:
 - указан номер неправильного ответа;
 - указаны номера двух и более ответов, в том числе правильного;
 - номер ответа не указан.
- **задания, требующие краткого ответа** (8 заданий). Правильные ответы оцениваются (в зависимости от уровня сложности) от 4 до 6 баллов.

Критерием оценки ответа на данные вопросы теста является соответствие элементам содержания, представленным в образце верного ответа (ключе). Для каждого задания в ключе представляется модель ответа и шкала, по которой каждый из элементов содержания ответа (составление уравнения химической реакции, определение количеств веществ, расчет массы вещества и т.п.) оценивается в определенное количество баллов.

Абитуриент может получить за выполнение задания не только максимальный, но и неполный балл в зависимости от полноты и правильности представленного ответа. Элементы не отраженные в ключе, но представленные в ответе абитуриента не оцениваются (например, в ответе дополнительно приведены уравнения реакции, осуществлены расчеты не соответствующие вопросу задания).

– **задание с развернутым ответом** (1 задание). Правильное решение задания оценивается 30 баллами.

Развернутый ответ оценивается на основании 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 решать профессиональные задачи в предметных областях;
- системность и осознанность усвоенных знаний и умений;

Примеры вопросов и типов заданий

Задания с выбором ответа:

▪ В дробном анализе реактивом Несслера определяется катион:

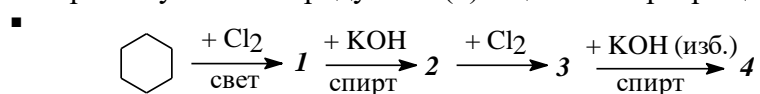
1. Hg^{2+} ; 2. NH_4^+ ; 3. K^+ ; 4. Al^{3+} .

▪ Скорость гомогенной газофазной реакции третьего порядка при увеличении давления в два раза:

1. увеличится в 2 раза; 3. увеличится в 8 раз;
2. уменьшится в 4 раза; 4. увеличится в 6 раз.

Задания, требующие краткого ответа:

▪ Промежуточным продуктом (3) в цепочке превращений



является _____. (Запишите систематическое название вещества.)

Органическое вещество, которое в реакции «серебряного зеркала» образует соединение, взаимодействующее с гидроксидом натрия, а в реакции с водородом переходит в одноатомный спирт, при дегидратации дающий изобутилен, называется _____. (Запишите систематическое название вещества.)

▪ Расположите следующие соединения в порядке уменьшения реакционной способности в реакциях электрофильного замещения:

1. бензол; 3. толуол; 5. анилин;
2. пиридин; 4. нитробензол; 6. пара-ксилол;

Задание с развернутым ответом:

▪ Задание по планированию синтеза и исследования в области химии и педагогического образования.

4. Порядок и форма проведения вступительных испытаний

Вступительное испытание проводится *в письменной форме с применением дистанционных технологий* по специально подготовленным вопросам (тест).

В определенное расписанием время абитуриенты должны войти в личный кабинет и приступить к тестированию. Продолжительность вступительного испытания 1,5 астрономических часа (90 минут).

Экзаменационное задание включает вопросы с выбором одного или нескольких правильных ответов, на установление соответствия и установление последовательности. Ряд заданий предполагает предварительное решение с внесением ответа в поле ввода или выбор ответа из перечня предложенных.

Задания с развернутым ответом (переходы по неорганической и органической химии, расчетные задания) выполняются на бумажном носителе, решения фотографируются или сканируются. Файлы формата jpeg или pdf размером не более 2 Мб загружаются в систему и оцениваются предметной экзаменационной комиссией.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Раздел «Неорганическая химия»

Основные понятия: химический элемент, простое вещество, химическое соединение. Атомы, изотопы, молекулы, радикалы. Номенклатура и классификация неорганических соединений.

Строение атома. Экспериментальные основы современной модели строения атома. Квантово-механическое описание атома. Вероятностная модель строения атома. Квантовые числа, их физический смысл, пределы изменения. Атомные орбитали. Многоэлектронные атомы. Принцип Паули, правило Хунда, правило Клечковского. Последовательность заполнения электронами атомных орбиталей.

Периодический закон Д.И. Менделеева и электронное строение атомов. Структура периодической системы. Понятие о периоде и группе. Классификация химических элементов. Внутренняя и вторичная периодичность. Диагональное сходство элементов. Характер изменения основных характеристик атомов (радиус, энергия ионизации, энергия сродства к электрону, относительная электроотрицательность) в периодах и группах. Периодичность в изменении состава, строения, кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений.

Химическая связь. Основные типы химических связей (σ -, π - и δ - связи). Основные характеристики химической связи. Понятие о ковалентных, ионных и молекулярных кристаллах. Метод валентных связей. Ковалентная связь. Механизмы образования химической связи: обменный, донорно-акцепторный, дативный. Гибридизация атомных орбиталей. Геометрическое строение молекул и ионов. Полярность молекул и ионов. Диамагнитные и парамагнитные молекулы. Метод молекулярных орбиталей. Основные положения метода молекулярных орбиталей. Гипервалентные связи. Ионная связь и ионные кристаллы. Поляризация ионов. Применение поляризационных представлений для объяснения характера изменений кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений. Металлическая связь. Межмолекулярные силы взаимодействия: ориентационное, индукционное, дисперсионное. Водородная связь.

Координационная теория Вернера. Важнейшие представления координационной химии. Комплексные соединения. Номенклатура комплексных соединений. Изомерия. Устойчивость комплексных ионов. Особенности химической связи в комплексных соединениях. Гибридизация атомных орбиталей центрального атома (иона) и геометрическая конфигурация комплексного иона. Основные положения теории кристаллического поля. Расщепление энергии d -электронов в полях различной симметрии: октаэдрическом, тетраэдрическом и квадратном. Энергия стабилизации полем лигандов. Высоко- и низкоспиновые комплексы. Спектрохимический ряд лигандов. Комплексы сильного и слабого полей.

Химическая теория водных растворов. Способы выражения концентрации растворов: массовая доля, мольная доля, молярная, нормальная, моляльная концентрации. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Сильные и слабые электролиты. Кислоты, основания, амфотерные гидроксиды и соли с точки зрения теории электролитической диссоциации. Константы диссоциации слабых электролитов. Ступенчатая диссоциация. Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Протолитическая теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури. Протолитические равновесия. Роль растворителя в кислотно-основных взаимодействиях. Электронная теория кислот и оснований Льюиса. Теория сольвосистем. Ионные реакции в растворах. Гидролиз солей и галогенангидридов. Гетерогенные равновесия. Произведение растворимости.

Химия элементов главных подгрупп. Общая характеристика группы. Простые вещества. Водородные соединения. Оксиды, гидроксиды и соли. Способы получения и химические свойства соединений. Взаимодействия элементов и их соединений с водой.

Химия переходных элементов. Общая характеристика *d*-элементов. Характерные свойства соединений *3d*-элементов в разных степенях окисления. Особенности *4d*-и *5d*-элементов. Сопоставление свойств элементов главных и побочных подгрупп. Причины сходства и различий.

Химия *f*-элементов. Лантаноиды и актиноиды. Особенности электронного строения *f*-элементов. Важные степени окисления. Свойства характерных соединений. Радиоактивность.

Раздел «Органическая химия»

Классификация и номенклатура органических соединений.

Общие представления о типах химических связей в органических соединениях. Применение квантовохимических методов МО и ВС для описания ковалентной связи. Взаимное влияние атомов в молекулах и способы его передачи. Электронные (индуктивный, мезомерный и эффект поля) и пространственные эффекты в молекулах органических соединений.

Стереизомерия органических молекул. Ковалентные, ван-дер-ваальсовы радиусы и валентные углы. Конформационная изомерия в ряду алканов, проекции Ньюмена. Конформации циклических систем. *Z*, *E*-Изомерия в ряду ненасыщенных и циклических соединений. Оптическая изомерия. Правила Кана-Ингольда-Прелога. Проекционные формулы Фишера. Абсолютная и относительная конфигурация. Энантиомеры, диастереомеры, мезо-соединения и их свойства. Рацемическая смесь и способы её разделения.

Кислотно-основные свойства органических соединений. Теории кислот и оснований (Бренстеда-Лоури, Льюиса, принцип ЖМКО). Зависимость кислотно-основных свойств органических соединений от природы атома в кислотном центре и влияния электронных эффектов заместителей.

Классификация органических реакций. Общие представления о механизмах органических реакций. Кинетический и термодинамический контроль реакции. Характер реагентов и типы интермедиатов. Реакции радикального замещения в химии алканов, циклоалканов и алкенов (аллильное галогенирование). Радикальное и электрофильное присоединение в ряду ненасыщенных алифатических углеводородов. Электрофильное замещение в ароматическом ряду, влияние природы заместителя на ориентацию и скорость замещения. Нуклеофильное замещение атома галогена при sp^3 -гибридном атоме углерода, факторы, влияющие на реализацию механизмов S_N1 и S_N2 , стереохимия реакций замещения. Реакции элиминирования в ряду спиртов и галогенпроизводных, конкуренция с реакциями замещения. Нуклеофильное присоединение в химии алкинов и карбонильных соединений.

Углеводороды алифатического ряда. Природные источники углеводородов. Нефть, ее переработка. Термический и каталитический крекинг. Практическое значение крекинга. Сравнительная характеристика простой, двойной и тройной углерод-углеродной связи. Строение и сравнительная реакционная способность алканов, алкенов и алкинов. Алкены, алкины и алкадиены в реакциях электрофильного присоединения.

Циклические углеводороды. Циклоалканы: методы синтеза, строение и сравнительная реакционная способность в зависимости от размера цикла. Ароматические углеводороды.

Современные представления о строении бензола. Правило ароматичности Хюккеля. Реакции аренов, ведущие к неароматическим соединениям, реакции электрофильного замещения, реакции с участием боковых цепей.

Галогенпроизводные углеводородов: методы синтеза, реакции нуклеофильного замещения и элиминирования.

Кислородсодержащие органические соединения. Спирты и фенолы. Общие методы синтеза. Сравнительная характеристика строения, основных, нуклеофильных и ОН-кислотных свойств спиртов и фенолов. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре фенолов. Многоатомные спирты и фенолы, их практическое применение. Карбонильные соединения (альдегиды и кетоны). Строение и сравнительная реакционная способность. Реакции с участием карбонильной группы (нуклеофильное присоединение) и содержащего водород α -углеродного атома (альдольно-кратоновая конденсация), а также реакции окисления. Карбоновые кислоты и их производные. Методы синтеза. Влияние межмолекулярных водородных связей на физические свойства карбоновых кислот. Кислотные свойства (связь между строением и константами кислотности). Синтез производных карбоновых кислот (ангидридов, галогенангидридов, сложных эфиров, амидов и нитрилов). Сравнение карбоновых кислот и их производных по ацилирующей способности. Двухосновные предельные карбоновые кислоты. Общие и специфические свойства. Малоновый эфир: получение, строение и использование в органическом синтезе. Окси- и кетокарбоновые кислоты. Общие методы синтеза. Взаимное влияние функциональных групп и их реакционная способность. Отношение к нагреванию α -, β - и γ -оксикислот. Ацетоуксусный эфир. Получение, строение, кето-енольная таутомерия. Реакции, характеризующие кетонную и енольную формы. Строение и амбидентные свойства аниона ацетоуксусного эфира, а также использование его в органическом синтезе. Углеводы. Роль в природе и классификация. Моносахариды: классификация, стереоизомерия, кольчато цепная таутомерия, явление мутаротации, эпимеризация и другие химические свойства, подтверждающие их строение. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды (мальтоза, лактоза, целлобиоза и сахароза). Строение, отношение к окислителям, кислотное и ферментативное расщепление. Полисахариды (крахмал, гликоген, целлюлоза). Строение, значение для жизнедеятельности человека и животных. Практическое использование производных целлюлозы.

Азотсодержащие органические соединения. Нитросоединения: получение, электронное строение нитрогруппы, таутомерия, СН-кислотные свойства, а также превращения в кислой среде и восстановление. Алифатические и ароматические амины. Сравнительная характеристика строения, основных, нуклеофильных, NH-кислотных свойств. Реакции электрофильного замещения в ряду ариламинов. Четвертичные аммонийные основания и их использование в межфазном катализе. Ароматические диазосоединения: методы получения, реакции с выделением и без выделения азота. Азокрасители, зависимость их строения от pH среды.

Гетероциклические соединения. Классификация. Ароматические пяти- и шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения.

Классификация и номенклатура полимеров. Уровни структурной организации высокомолекулярных соединений. Методы синтеза полимеров. Цепная полимеризация. Типы инициирования. Сополимеризация. Ступенчатая полимеризация (поликонденсация). Химические превращения полимеров. Роль полимеров в современном мире.

Строение и свойства основных классов биополимеров: белков, углеводов, липидов, нуклеиновых кислот, их биологические функции и роль в живой природе. Химическая природа и строение ферментов. Основы ферментативного катализа. Понятие об обмене веществ и энергии как необходимом условии существования живого организма. Роль макроэргических соединений.

Раздел «Физическая химия»

Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия, теплота, работа. Энтальпия. Тепловой эффект процессов при постоянном давлении и при постоянном объеме. Закон Гесса. Термохимия. Теплоты образования, сгорания, растворения.

Теплоемкость: средняя и истинная, при постоянном давлении, при постоянном объеме. Зависимость теплоемкости от температуры. Влияние температуры на тепловой эффект химической реакции. Уравнение Кирхгофа.

Второе начало термодинамики. Энтропия как функция состояния. Расчет энтропии в обратимых и необратимых процессах. Энтропия и термодинамическая вероятность.

Термодинамический потенциал. Энергия Гиббса и Гельмгольца. Работа химической реакции. Энтропия и связанная энергия. Изменение термодинамического потенциала в определении самопроизвольности процесса.

Химический потенциал и его связь с термодинамическим потенциалом. Активность. Коэффициент активности.

Химическое равновесие. Способы выражения константы равновесия. Термодинамика и закон действующих масс. Уравнение изотермы химической реакции. Уравнение изобары и изохоры химической реакции. Влияние температуры, давления и инертных примесей на химическое равновесие.

Фазовое равновесие. Правило фаз Гиббса. Уравнения Клапейрона и Клапейрона-Клаузиуса. Диаграммы состояния одно- и двухкомпонентных систем.

Термодинамика растворов. Химический потенциал компонента в идеальном растворе. Активность и коэффициент активности компонентов в растворе.

Равновесие «жидкость-пар». Закон Рауля и отклонения от него. Диаграммы равновесия «жидкость-пар». Законы Коновалова. Теория перегонки.

Эбуллиоскопия и криоскопия. Растворимость твердых веществ и ее зависимость от температуры. Осмотическое давление. Экстракция.

Равновесие «жидкость-газ». Зависимость растворимости газов от температуры и давления. Закон Генри.

Растворы электролитов. Электролитическая диссоциация. Изотонический коэффициент. Связь степени диссоциации с концентрацией и константой диссоциации. Гидратация и сольватация. Электропроводность растворов электролитов: удельная и эквивалентная. Уравнение Кольрауша. Подвижность ионов и числа переноса. Кондуктометрия. Электродное равновесие. Типы и классификация электродов. Уравнение Нернста. Стандартный электродный потенциал. Уравнение Гиббса-Гельмгольца электродной реакции.

Гальванические элементы. ЭДС и термодинамика гальванического элемента. Методы измерения ЭДС. Потенциометрическое титрование. Определение констант кислотной и основной диссоциации. Химические источники энергии.

Электролиз. Законы электролиза. Электродная поляризация и перенапряжение.

Кинетика химических реакций. Скорость реакции и закон действия масс. Кинетическое уравнение. Молекулярность и порядок реакции. Константа скорости реакции. Методы определения порядка и константы скорости реакции. Температурная зависимость скорости реакции. Уравнение Аррениуса и энергия активации реакции.

Катализ и равновесие. Примеры гомогенных и гетерогенных каталитических реакций. Механизмы кислотно-основного и окислительно-восстановительного катализа.

Методы исследования химических веществ. Виды анализа: элементный, молекулярный, фазовый, вещественный, изотопный, функциональный. Химические, физико-химические и физические методы анализа. Основные критерии выбора методов химического анализа.

Общая схема и основные этапы химического анализа. Титриметрические методы. Теоретические основы. Задачи, решаемые методами кислотно-основного, комплексонометрического, окислительно-восстановительного и осадительного титрований.

Теоретические основы гравиметрического метода. Основные задачи, решаемые методами гравиметрии; достоинства и недостатки метода.

Электрохимические методы: потенциометрия, кондуктометрия, вольтамперометрия, полярография, кулонометрия.

Элементный спектральный анализ. Теоретические основы атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии. Молекулярный спектральный анализ. Абсорбционная

молекулярная спектроскопия в УФ, видимой и ИК областях спектра. Рентгенофлуоресцентный анализ и люминесцентные методы. Теоретические основы, области применения.

Хроматографические методы разделения. Газовая и жидкостная хроматография.

Список рекомендуемой литературы:

- по разделу «Неорганическая химия»

1. *Ахметов Н.С.* Неорганическая химия: учеб. для вузов. Издания разных лет.
2. *Суворов А.В., Никольский А.Б.* Общая химия: учеб. для вузов. Издания разных лет.
3. *Угай Я.А.* Общая и неорганическая химия: учеб. для вузов. Издания разных лет.
4. *Карапетьяну М.Х., Дракин С.И.* Строение вещества. Издания разных лет.

- по разделу «Органическая химия»

1. *Белобородов В.Л., Зурабян С.Э., Лузин А.П., Тюкавкина Н.А.* Органическая химия: учебн. для вузов: В 2 кн./ под ред. Тюкавкиной Н.А. М.: Дрофа, 2002, 2009.
2. *Травень В.Ф.* Органическая химия: учебн. для вузов: В 2т. Издания разных лет.
3. *Петров А.А., Бальян Х.В., Троценко А.Т.* Органическая химия: учеб. для вузов/ под ред. Стадничука М.Д. СПб.: «Иван Федоров», 2002.
4. *Реутов О.А., Куриц А.Л., Бутин К.П.* Органическая химия: учебн. для вузов: В 4 т. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004.
5. *Шабаров Ю.С.* Органическая химия: учебн. для вузов. М.: Химия, 2002.
6. *Берестовицкая В.М., Липина Э.С.* Химия гетероциклических соединений. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И.Герцена, 2007.
7. *Семчиков Ю.Д.* Высокмолекулярные соединения: учебн. для вузов. Н. Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского; М.: Изд. центр «Академия», 2003.
8. *Комов В.П., Шведова В.Н.* Биохимия: учебн. для вузов. М., Дрофа, 2008.
9. *Кухта В.К., Морозкина Т.С., Олецкий Э.И., Таганович А.Д.* Биологическая химия: учебн. для вузов / под ред. Тагановича А.Д. Минск: Асар, М.: БИНОМ, 2008.

- по разделу «Физическая химия»

1. *Стромберг А.Г., Семченко Д.П.* Физическая химия: учебн. для вузов. Издания разных лет.
2. Основы аналитической химии: учебн. для вузов: В 2-х кн. / Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк. 1996.
3. *Полторак О.М.* Термодинамика в физической химии: учебн. для вузов. М.: Высш. шк. 1991.
4. *Г.В. Булиодорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская, В.П. Барабанов.* Физическая химия. В 2-х кн. Изд-во «КДУ», 2016 г.

Авторы-составители:

кандидат химических наук, доцент

А.Н. Борисов

кандидат технических наук, доцент

В.В. Горбунова

кандидат химических наук, доцент

Т.П. Ефимова