

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Ивановский государственный химико-технологический университет»  
Факультет фундаментальной и прикладной химии  
Ивановское отделение Высшего химического колледжа РАН**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Н. Р. Кокина

« \_\_\_\_ » мая 2015 г.

**Программа  
вступительных испытаний в магистратуру  
по направлению 04.04.01 Химия**

**Магистерская программа  
«Химия перспективных веществ и материалов»**

## 1. Общие положения

Программа проведения вступительных испытаний в магистратуру по направлению 04.04.01 составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению 04.04.01 Химия (магистратура) и соответствующей ООП.

Программа содержит цели, задачи, формы проведения, оцениваемые компетенции, содержание (перечень вопросов) вступительных испытаний, критерии оценки, рекомендуемую литературу.

## 2. Цели и задачи вступительных испытаний

Вступительные испытания предназначены для определения практической и теоретической подготовленности, и, соответственно, уровня сформированности важнейших компетенций поступающего в магистратуру бакалавра, либо специалиста, и проводятся с целью определения соответствия знаний, умений и навыков требованиям обучения в магистратуре по направлению подготовки 04.04.01 Химия. Задача испытаний – определение готовности и возможностей лица, поступающего в магистратуру, освоить выбранную магистерскую программу.

## 3. Оцениваемые компетенции

Из перечня компетенций, перечисленных в ФГОС ВПО по направлению 04.03.01 Химия (бакалавриат), на вступительном испытании в магистратуру оценке подвергаются следующие:

### **общекультурные (ОК):**

- умеет логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь (ОК-5);
- использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-6);

### **профессиональные компетенции (ПК):**

- владеет основами теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, химической технологии) (ПК-2);
- способностью применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных (ПК-3).

В ходе вступительных испытаний поступающий должен показать:

- знание фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической химии, химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, химической технологии);
- владение профессиональной терминологией и лексикой в области современной химии;
- умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при изучении и количественном описании реальных химических процессов и явлений;
- владение культурой мышления, способность в письменной и устной речи правильно оформлять его результаты, в том числе на иностранном языке;
- умение поставить цель и сформулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных задач.

#### 4. Формы проведения вступительных испытаний

Вступительные испытания в магистратуру проводятся в форме письменного экзамена, включающего решение нескольких компетентностно-ориентированных заданий из фундаментальных разделов химии, в ограниченное время (до 3 астрономических часов).

#### 5. Оценка результатов вступительных испытаний

Результаты вступительных испытаний оцениваются по стобалльной шкале и определяется по сумме баллов, набранных поступающим при ответах на задания, приведенных в билете.

Критерии оценки результатов вступительных испытаний:

Диапазон баллов	Критерии
0–51	Отсутствие необходимых знаний. Наличие ошибок и существенных пробелов в знаниях основных положений фундаментальных разделов химии по результатам тестирования
52–69	Практически полные безошибочные (60–69) или содержащие ошибки (52–59) ответы на первые два задания, включающие материал из фундаментальных разделов химии
70–84	Правильные и достаточно полные, практически не содержащие ошибок и упущений ответы (78–84) или содержание ошибки и упущения (70–77) ответы на компетентностно-ориентированные задания 3 и 4
85–100	Полный безошибочный ответ, в том числе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Поступающий должен правильно определять понятия и категории, выявлять основные тенденции и противоречия, свободно ориентироваться в теоретическом и практическом материале. Свободно вступать в дискуссию, ясно строить устную речь. Оценка может снижаться при возникновении затруднений при ответах на вопросы членом экзаменационной комиссии, а также при использовании неверных ответов и формулировок.

На экзамене можно использовать справочные таблицы и пособия:

- Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева;
- Растворимость оснований, кислот и солей в воде;
- Электрохимический ряд напряжений металлов;
- Лидин Р.А., Андреева Л.Л., Молочко В.А. Константы неорганических веществ. Справочник. М.: Дрофа. 2006. 686 с.
- Краткий справочник физико-химических величин. Под ред. А. А. Равделя, А. М. Пономаревой. СПб., изд. Иван Федоров, 2002. 238 с.

#### 6. Содержание вступительных испытаний (конкретных фундаментальных разделов химии)

##### *Неорганическая химия*

Модуль 1 «Химия как наука. Строение вещества» (Основные понятия и законы химии. Строение атома. Периодический закон и периодическая система химических элементов. Химическая связь и строение молекул. Межмолекулярные взаимодействия)

Модуль 2 «Основные физико-химические закономерности протекания химических процессов» (Основы химической термодинамики. Основы химической кинетики. Химическое равновесие)

Модуль 3 «Основы химии растворов» (Общие свойства растворов. Растворы неэлектролитов. Растворы электролитов. Теории кислот и оснований. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные процессы в растворах)

Модуль 4 «Основы координационной химии»

Модуль 5 «Строение и свойства соединений р-элементов» (Подгруппа гелия ( $s^2p^6$ -элементы). Водород. Галогены ( $s^2p^5$ -элементы). Халькогены ( $s^2p^4$ -элементы). Подгруппа азота ( $s^2p^3$ -элементы). Подгруппа углерода ( $s^2p^2$ -элементы). Подгруппа бора ( $s^2p^1$ -элементы).

Модуль 6 «Строение и свойства соединений s-, d- и f-элементов». Щелочные и щелочноземельные металлы ( $s^1$  и  $s^2$ -элементы). Строение и свойства соединений d-элементов. Строение и свойства соединений f-элементов.

Модуль 7 «Методы исследования и тенденции развития современной неорганической химии»

### ***Органическая химия***

Модуль 1 «Теоретические основы органической химии» (Основные понятия органической химии. Строение атома углерода в органических соединениях. Теория строения органических соединений (ОС). Классификация органических реакций. Стереохимия. Электронные эффекты заместителей.)

Модуль 2 «Строение и свойства углеводородов» (Алканы, циклоалканы, алкены, алкадиены, алкины и ароматические углеводороды: строение методы получения химический свойства)

Модуль 3 «Строение и свойства монофункциональных производных углеводородов» (Галогенпроизводные углеводородов, кислород-, азот-, серусодержащие органические соединения. Металло- и элементорганические соединения. Гетероциклические соединения. Особенности строения и свойств. Методы получения)

Модуль 4 «Строение и свойства би- и поли-функциональных производных углеводородов» (Окси- альдегидо и кетокарбоновые кислоты и их производные. Органические производные угольной кислоты. Углеводы. Аминокислоты и полипептиды. Нуклеиновые кислоты).

Модуль 5 «Спектральные и другие инструментальные методы исследования органических соединений» (Электронная, инфракрасная, ЯМР спектроскопия, масс-спектрометрия в исследовании органических соединений. Хроматография. Основы физической органической химии. Ретросинтетический анализ).

### ***Аналитическая химия***

Модуль 1 Аналитическая химия, ее место в системе наук, связь с практикой

Модуль 2 «Гетерогенные равновесия». Произведение растворимости. ПР концентрационное, термодинамическое, условное. Условия растворения и выпадения осадков. Влияние разных факторов на растворимость малорастворимого соединения и ПР. Осадительное титрование. Расчет кривых титрования в методах аргентометрии, тиоцианатометрии, меркурометрии. Условия применения методов. Гравиметрический метод анализа. Условия осаждения кристаллических и аморфных осадков. Гомогенное осаждение. Разделение ионов при контролируемой величине рН раствора; разделение ионов с помощью реакции комплексообразования; применение органических осадителей. Расчеты в гравиметрическом анализе.

Модуль 3 «Равновесия в растворах координационных соединений». (Основные характеристики комплексных соединений. Типы координационных соединений. Количественные характеристики координационных соединений. Условные константы устойчивости. Факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрация компонентов, pH, ионная сила раствора, температура. Применение комплексных соединений в качественном анализе для обнаружения, маскирования ионов, растворения осадков; изменения кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств. Комплексонометрическое титрование. Условные константы устойчивости. Факторы, влияющие на величину скачка титрования в комплексонометрии: концентрация дополнительного лиганда и pH раствора. Расчет результатов титрования. Меркуриметрия.)

Модуль 4 «Реакции окисления-восстановления». Уравнения окислительно-восстановительных реакций. Окислительно-восстановительные потенциалы. Уравнение Нернста. Стандартные, формальные потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления-восстановления. Влияние кислотно-основного взаимодействия, комплексообразования, образования малорастворимых соединений на редокс-потенциал. Окислительно-восстановительные свойства воды. Редоксиметрия. Факторы, влияющие на величину скачка титрования в редоксиметрии. Перманганатометрия. Хроматометрия. Иодометрия. Броматометрия. Приготовление и стандартизация титрантов. Условия титрования. Индикаторы. Примеры определений.

Модуль 5 «Электрохимические методы анализа». Основные узлы приборов для электрохимических методов анализа: ячейки, измерительные устройства, внешние источники тока. Электроды металлические и мембранные, их типы и назначение. Индифферентный электролит и его функции. Методы нахождения концентрации анализируемого вещества-прямые и косвенные; основные приемы и расчет результатов. Кондуктометрический анализ. Потенциометрический анализ. Вольтамперометрия. Полярографический анализ. Амперометрическое и биамперометрическое титрование. Электроанализ. Законы Фарадея. Кулонометрия прямая и косвенная.

Модуль 6 «Спектральные методы анализа». Общая характеристика и классификация спектральных методов анализа. Атомные и молекулярные спектры, их происхождение, вид и основные характеристики. Абсорбционная спектроскопия: сущность и особенности наиболее распространенных в аналитической практике методов. Фотометрический анализ. Основной закон светопоглощения, оптическая плотность, пропускание, молярный коэффициент светопоглощения. Аддитивность светопоглощения. Условия соблюдения закона Бугера-Ламберта-Бера. Приборы для фотометрии и спектрофотометрии.

Модуль 7 «Спектральные методы анализа» Происхождение атомных спектров излучения и их вид. Особенности аппаратуры. Теоретические основы качественного и количественного эмиссионного спектрального анализа. Пламенная эмиссионная спектроскопия. Области применения спектральных эмиссионных методов, их аналитические характеристики: чувствительность, точность, селективность. Атомно-абсорбционный анализ. Теоретические основы, особенности аппаратуры. Люминесцентный анализ, его сущность, особенности аппаратуры. Рентгеноспектральные методы. Рентгенофлуоресцентный анализ. Теоретические основы, аппаратура, применение метода).

Модуль 8 «Хроматографические методы анализа». (Теоретические основы и классификация хроматографических методов анализа. Молекулярная адсорбционная хроматография. Газовая хроматография. Распределительная жидкостная хроматография. Особенности методов, аппаратура, применение. Другие виды хроматографических методов: бумажная, тонкослойная, ионообменная, их аналитическое применение).

## *Физическая химия*

**Модуль 1** Общие положения химической термодинамики, основные термодинамические законы. Анализ I, II, III законов термодинамики. Понятие критериев направленности химических реакций, методы их расчета применительно к равновесию, анализ фундаментальных уравнений термодинамики для химических реакций, понятия характеристических функций и химического потенциала. Анализ подходов к расчету термодинамических величин и функций. тических процессов»

**Модуль 2** Термодинамика растворов и фазовых превращений. Рассмотрение отличий свойств идеальных и неидеальных растворов, понятия парциальных мольных величин и методы их расчета. Термодинамическое обоснование закона действующих масс, способы выражения константы равновесия для различных стандартных состояний. Соотношения между константами равновесия. Анализ уравнений изобары и изотермы химической реакции. Расчет числа пробегов и равновесной степени превращения веществ в химической реакции и состава равновесных газовых смесей. Факторы, влияющие на выход продуктов. Расчеты равновесия сложных реакций. Понятия летучести компонента в газовом растворе и коэффициент летучести, рассмотрение расчета этих величин по опытным данным, активность компонента в жидком растворе, рациональная и практическая активности, физический смысл коэффициентов летучести и активности. Расчет химического равновесия в смеси реальных газов и химического равновесия в неидеальных жидких растворах. Основные принципы аналитического и графического описания фазовых равновесий. Анализ различных видов одно-, двух- и многокомпонентных систем, их теоретическое построение и практическое назначение. Рассмотрение вопросов, касающихся особенностей межчастичных взаимодействий в растворах электролитов. Причины электролитической диссоциации. Способы выражения активностей сильных электролитов. Средние активности активности, коэффициенты активности ионов, расчет коэффициентов активности при средних и высоких концентрациях электролитов. Современные модели растворов сильных электролитов. Термодинамика электрохимических систем. Основные типы и устройство гальванических элементов и электродов, их практическое назначение.

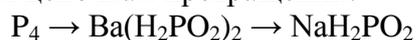
**Модуль 3** Спектрохимия. Рассмотрение основных видов молекулярных спектров. Анализ и практическое назначение спектральных методов анализа. Освоение навыков обработки спектральных данных и расчета основных молекулярных постоянных.

**Модуль 4** Статистическая термодинамика. Основные понятия статистической термодинамики. Фазовые  $\mu$  и  $\Gamma$  – пространства. Пути расчета термодинамических свойств реальных газов и конденсированных систем методами статистической термодинамики. Суммы по состояниям молекулы и системы.

**Модуль 5** Кинетика и катализ. Задачи химической кинетики. Стехиометрический и интимный механизмы реакций. Прямая и обратная задача кинетики. Формальная кинетика простых реакций. Сложные химические реакции. Моделирование кинетики сложных реакций с применением расчетных программ на IBM. Методы квазистационарных и квазиравновесных концентраций. Сущность метода и границы применимости. Теории химической кинетики и их значение. Сущность катализа. Основные понятия, используемые при описании гомогенного и гетерогенного катализа. Механизмы каталитических реакций. Особенности и стадии гетерогенно-каталитических реакций и подходы к их описанию.

### **7. Пример заданий в экзаменационном билете**

**Задание 1.** Приведите уравнения реакций, протекающих при получении гипофосфита и фосфита натрия по следующим цепочкам превращений:





### *Физическая химия*

- Горшков В.И., Кузнецов И.А. Основы физической химии. 2-е изд., М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. 336 с.
- Еремин Е.Н. Основы химической термодинамики. М.: Высш. шк., 1974. 346 с.
- Еремин Е.Н. Основы химической кинетики. М.: Высш. шк., 1974. 375 с.
- Эткинс С.П. Физическая химия. М.: Мир, 1980. Т.1, 582 с.; Т.II, 584 с.

### *Аналитическая химия*

- Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн.Кн.1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. Учеб. для ВУЗов – М.: Высшая школа, 2005. – 615 с.
- Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн.Кн.2. Количественный анализ. Физико – химические (инструментальные) методы анализа Учеб. для ВУЗов – М.: Высшая школа, 2005. – 559 с.
- Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х т. Т.1. - М.: Дрофа, 2009.
- Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х т. Т.2. - М.: Дрофа, 2009.

Составители:

_____	к.х.н., доцент Румянцев Е.В.
_____	д.х.н., профессор Стужин П.А.
_____	д.х.н., профессор Лефедова О.В.
_____	д.х.н., профессор Базанов М.И..

Программа одобрена на заседании Ученого совета Факультета фундаментальной и прикладной химии ФГБОУ ВПО «ИГХТУ» от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 года, протокол № \_\_\_\_.

Председатель: \_\_\_\_\_ чл.-корр. РАН О. И. Койфман