



**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации**
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
**«Калужский государственный университет
им. К.Э. Циолковского»**

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ,
ПРОВОДИМЫХ УНИВЕРСИТЕТОМ САМОСТОЯТЕЛЬНО
при поступлении по программам магистратуры**

04.04.01 «Химия»

Магистерская программа

«Эколого-аналитическая химия и химическая экспертиза»

1. Общие положения

1.1. Программа вступительных испытаний по направлению подготовки 04.04.01 «Химия» на магистерскую программу «Эколого-аналитическая химии и химическая экспертиза» включает в себя письменное тестирование по направлению подготовки 04.04.01 «Химия», позволяющие оценить подготовленность поступающих к освоению программы магистратуры.

1.2. В основу программы вступительных испытаний положены квалификационные требования, предъявляемые к бакалаврам по направлению 04.04.01 «Химия».

1.3. Программа вступительных испытаний содержит описание процедуры, программы вступительных испытаний и критерии оценки ответов.

1.4. Вступительные испытания проводятся на русском языке.

1.5. Организация и проведение вступительных испытаний осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными приказом ректора КГУ имени К.Э. Циолковского, действующими на текущий год поступления.

1.6. По результатам вступительных испытаний, поступающий имеет право на апелляцию в порядке, установленном Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

1.7. Программа вступительных испытаний по направлению подготовки 04.04.01 Химия на магистерскую программу «Эколого-аналитическая химии и химическая экспертиза» ежегодно пересматривается и обновляется с учетом изменений нормативно-правовой базы РФ в области высшего образования и локальных документов, регламентирующих процедуру приема в КГУ имени К.Э. Циолковского. Изменения, внесенные в программу вступительных испытаний, рассматриваются и утверждаются на заседании учебно-методической комиссии. Программа вступительных испытаний утверждается проректором по учебной работе.

1.8. Программа вступительных испытаний публикуется на официальном сайте КГУ имени К.Э. Циолковского в разделе «Магистратура» не позднее даты, указанной в Правилах приема, действующих на текущий год поступления.

2. Цель и задачи вступительных испытаний

2.1. Вступительные испытания предназначены для определения степени готовности поступающего к освоению выбранной ООП магистратуры и проводятся с целью определения требуемых компетенций поступающего, необходимых для освоения данной основной образовательной программы «Эколого-аналитическая химии и химическая экспертиза» по направлению подготовки 04.04.01 Химия.

Цель вступительного тестирования – определить уровень подготовленности поступающего в магистратуру к выполнению профессиональных задач и видов профессиональной деятельности, оценить уровень сформированных у него профессиональных компетенций (ПК), предусмотренных Государственным образовательным стандартом и основной образовательной программой бакалавриата/специалитета, необходимых для освоения магистерской программы «Эколого-аналитическая химии и химическая экспертиза»

2.2. Основные задачи вступительного тестирования по направлению подготовки по профилю программы:

- проверка уровня теоретических знаний претендента;
- определение склонности к научно-исследовательской и организационно-управленческой деятельности;
- определение области научных интересов и эрудиции претендента;
- выявление мотивов поступления в магистратуру.

3. Вступительное тестирование: структура, процедура, программа и критерии оценки ответов

3.1. Структура вступительного тестирования

3.1.1. Вступительное тестирование включает теоретические вопросы по дисциплине «Химия».

3.1.2. В ходе вступительного тестирования поступающий должен показать:

Владение:

- специальной профессиональной химической терминологией;
- способностью к коммуникации в письменной форме для решения профессиональных задач.

Умение:

- использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии для решения профессиональных задач;
- использовать математический аппарат при количественном описании процессов и явлений;
- ставить цель и сформулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций;
- обосновывать и отстаивать свою позицию, активно реализовывать собственные решения и идеи.

Знание:

- теоретических основ фундаментальных разделов химии (неорганической, аналитической, органической, физической, биохимии).

3.2 Требования к уровню подготовки абитуриента

Предшествующий уровень образования абитуриента - высшее образование.

Абитуриент должен иметь документ государственного образца о высшем образовании: диплом бакалавра или диплом, подтверждающий квалификацию специалиста.

3.3. Процедура проведения вступительных испытаний

Форма проведения вступительного испытания – письменное тестирование. Вступительный тест выполняется по одному из вариантов.

Максимальное количество баллов – 100 баллов.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 40 баллов.

Тест включает задания с выбором одного или двух правильных ответов, задания на установление соответствия и сопоставление, задания в открытой форме.

II. Содержание программы

Неорганическая химия.

Строение атома.

Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева.

Химическая связь.

Комплексные (координационные) соединения.

Растворы.

Окислительно-восстановительные реакции. Электрохимические свойства растворов.

Элементы главной подгруппы I-VIII группы.

Элементы побочной подгруппы I-VIII группы.

Аналитическая химия.

Аналитический сигнал и его связь с концентрацией вещества. Метрологические характеристики аналитических методов и их оценка. Статистическая обработка результатов измерений

Промахи и методы их исключения. Систематические погрешности в химическом анализе. Правильность и способы проверки правильности.

Метод наименьших квадратов. Суть метода наименьших квадратов. Использование метода наименьших квадратов в аналитической химии. Метод наименьших квадратов в регрессионном анализе (аппроксимация данных). Взвешенный метод наименьших квадратов. Погрешность анализа с использованием метода наименьших квадратов.

Закон действия масс. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия. Ионная сила, активность, коэффициент активности.

Типы реакций и процессов в аналитической химии. Кислотно-основное равновесие.

Явление гидролиза. Константа и степень гидролиза. Гидролиз с точки зрения протолитической теории кислот и оснований. Буферные растворы. Сущность буферного действия. Уравнение Гендерсона-Гассельбаха. Буферная емкость.

Равновесие в гетерогенной системе осадок-раствор. Произведение растворимости. Факторы, влияющие на растворимость малорастворимых соединений.

Окислительно-восстановительные реакции. Редоксипереходы. Константа равновесия, окислительно-восстановительный потенциал, уравнение Нернста.

Реакции комплексообразования. Константа устойчивости комплексов.

Основные стадии анализа вещества: отбор пробы, подготовка пробы к анализу, измерение сигнала, оценка результатов анализа.

Методы разделения и концентрирования (осаждение, экстракция, отгонка, хроматография): общая характеристика, применение в анализе.

Хроматографические методы разделения. Общая характеристика и классификация хроматографических методов. Ионообменная хроматография и её применение для разделения катионов.

Сравнительная характеристика химических, физико-химических и физических методов анализа. Химические методы.

Гравиметрический метод: сущность метода, условия получения кристаллических и аморфных осадков, применение метода.

Титриметрический метод. Понятие о рабочих, стандартных растворах, точке эквивалентности, точке конца титрования. Классификация методов титриметрического анализа. Кривые титрования и выбор индикаторов.

Кондуктометрические методы анализа. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Факторы, влияющие на электропроводность растворов электролитов.

Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Факторы, определяющие величину потенциала индикаторного электрода. Амперометрическое титрование с двумя поляризованными электродами. Виды кривых при титровании электрохимических обратимых и необратимых систем.

Метод кулонометрического титрования при постоянном токе. Способы фиксирования конечной точки титрования.

Спектроскопические методы. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Теоретические основы методов. Источники первичного излучения: лампы полого катода, атомизаторы. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Закон светопоглощения, ограничения и условия применимости закона Бугера-Ламберта-Бера. Применение метода для анализа объектов и изучения равновесия в растворах. Пламенная фотометрия.

Органическая химия

Гомологические ряды. Основные положения теории химического строения органических соединений. Типы связей, их характеристики и пространственное строение. Структурная и пространственная изомерия.

Классификация реагентов: радикальные, электрофильные и нуклеофильные, их использование для синтеза органических соединений.

Алканы. Понятие о конформации и конфигурации. Реакционная способность C-H связей. Свободно-радикальные реакции: галогенирование, сульфохлорирование, нитрование, окисление. Крекинг и пиролиз алканов.

Алкены. Способы образования двойной связи. Реакции электрофильного присоединения к алкенам, механизм. Алкадиены. Сопряженные алкадиены. Их особые свойства.

Алкины. Реакции электрофильного присоединения, замещение водорода на металл. Сравнительная характеристика химических свойств алканов, алкенов и алкинов.

Арены. Строение. Ароматичность. Правило Хюккеля. Получение, реакции.

Спирты. Одноатомные и многоатомные спирты. Строение. Основные реакции спиртов. Простые эфиры. Фенолы. Строение. Реакционная способность.

Альдегиды и кетоны. Гидро-, оксо- и аминокислоты. Амино-, нитро-, азо- и диазосоединения. Гетероциклы с одним гетероатомом: фуран, тиофен, пиррол, пиридин, хинолин. Строение, химические свойства.

Физическая химия

Нулевой закон термодинамики, температура. Первый закон

термодинамики. Внутренняя энергия, энтальпия. Термохимия. Закон Гесса и его следствия. Второй закон термодинамики. Уравнение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Абсолютная температура. Энтропия как функция состояния.

Фундаментальное уравнение Гиббса. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов, выраженные через характеристические функции. Расчет термодинамических параметров и функций, констант равновесия химических реакций методом статистической термодинамики.

Термодинамика растворов. Давление насыщенного пара жидких растворов. Закон Рауля. Криоскопия. Осмотические явления. Уравнение Вант-Гоффа. Разделение веществ путем перегонки. Азеотропные смеси и их свойства.

Химическое равновесие. 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.

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.

Электрохимия. 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. Классификация электродов и электрохимических цепей. Определение коэффициентов активности на основе измерения ЭДС.

Рекомендуемая литература (в том числе электронные ресурсы)

1) основная:

1. Неорганическая химия: В 3-х т. / Под ред. Ю.Д. Третьякова. Т.1-3. М.: Академия, 2004.

2. Корольков Д.В., Скоробогатов Г.А. Основы теоретической химии. М.: Академия, 2004.

3. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. М.: Высшая школа, 2005, 2012.

4. Мартыненко Л.И., Спицын В.И. Неорганическая химия. Ч. I и II. М.: Изд-во МГУ.

5. Некрасов Б.В. Основы общей химии. Т. 1, 2. СПб: Лань, 2003.

6. Основы аналитической химии / Под ред. Ю.А. Золотова. В 2-х т. М.: Высшая школа, 2000.

7. Основы аналитической химии. Практическое руководство / Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа, 2001.

8. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 кн. М.: Дрофа, 2002.

9. Янсон Э.В. Теоретические основы аналитической химии. М.: Высшая

школа, 1987.

10. Кунце У., Шведт Г. Основы качественного и количественного анализа. М.: Мир, 1997.

11. Терней А. Современная органическая химия. Т.1-2. М.: Мир, 1981.

12. Петров А.А., Вальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия. М.: Высшая школа, 1981.

13. Моррисон Р., Войд Р. Органическая химия. - М.: Мир, 1974.

14. Агрономов Н.А. Избранные главы органической химии. - М.: Мир, 1990.

15. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начала органической химии. Ч. I и II. – М.: Химия, 1964.

16. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. М. Мир, 2003.

17. Бахшиев Н.Г. Введение в молекулярную спектроскопию. Л. Изд. ЛГУ, 1987.

18. Кнорре Д.Г., Крылов Л.Ф., Музыкантов В.С. Физическая химия. М.: Высшая школа, 1981.

19. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М.: Высшая школа, 2004.

20. Физическая химия / Под ред. К.с. Краснова. М.: Высшая школа, 1995.

21. Стромберг А.Г., Семченко Д.И. Физическая химия. М.: Высшая школа, 1999.

2) дополнительная

1. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Основы неорганической химии. М.: Мир, 1979.

2. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Строение вещества. М.: Высшая школа, 1978.

3. Полинг Л. Общая химия. М.: Мир, 1974.

4. Реми Н. М.: Курс неорганической химии. Т. I, II. М.: Мир, 1979.

5. Костромина Н.А., Кумок В.Н., Скорик Н.А. Химия координационных соединений. – М.: Высшая школа, 1990.

6. Хаускрофт К., Констебл Э. Современный курс общей химии: В 2-х т. М.: Мир, 2002.

7. Аналитическая химия. Проблемы и подходы: В 2 т.: / Под ред. Р. Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто, М. Видмера. М.: Мир, 2004.

8. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.К. Аналитическая химия. В 2-х т. М.: Химия, 1990.

9. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. В 2-х т. М.: Мир, 1979.

10. Быкова Л.Н., Новиков Л.В., Чеснокова О.А. Аналитическая химия. М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2002.

11. Алексеев В.Н. Курс качественного химического полумикроанализа. М.: Химия, 1973.

12. Алексеев В.Н. Количественный анализ. М.: Химия, 1972.

13. Дюерфель К. Статистика в аналитической химии. М.: Мир, 1994.

14. Механизмы органических реакций: учебное пособие. Томск: изд-во Том. унта, 1990.

15. Робертс Д., Кассерио М. Основы органической химии. М.: Мир, 1978. Т.1, 2.

III. Примеры тестовых заданий

Образец вступительного теста

Раздел 1. Выберите один правильный ответ (2 балла)

- 1.1. Формула оксида, у которого сильнее выражены кислотные свойства
- 1) P_2O_5
 - 2) SiO_2
 - 3) SO_3
 - 4) Al_2O_3
- 1.2. Электроны, обладающие близкими значениями энергии, образуют
1. Электронный уровень.
 2. Энергетический слой.
 3. Энергетический уровень.
 4. Электронный слой.
- 1.3. Установочное вещество для раствора перманганата калия:
- 1) $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$
 - 2) $K_2Cr_2O_7$
 - 3) $MgSO_4 \cdot 7H_2O$
 - 4) $Na_2S_2O_3$
- 1.4. Индикатор в комплексометрии:
- 1) фенолфталеин
 - 2) эриохром черный
 - 3) крахмал
 - 4) метилоранж
- 1.5. Метод, основанный на измерении поглощения света окрашенными растворами:
- 1) спектрофотометрия
 - 2) рефрактометрия
 - 3) титриметрия
 - 4) потенциометрия
- 1.6. В основе рефрактометрического метода анализа лежит:
- 1) прямое определение массы вещества при помощи взвешивания
 - 2) измерение разности электродных потенциалов
 - 3) измерение относительных показателей преломления вещества
 - 4) измерение объема реагента израсходованного на реакцию с определяемым веществом
- 1.7. Хроматография, основанная на различной адсорбции веществ твердой неподвижной фазой, называется:
- 1) ионообменная
 - 2) адсорбционная
 - 3) бумажная
 - 4) газовая
- 1.8. Если на электроде протекает несколько параллельных электрохимических реакций, то I закон Фарадея будет справедлив:
- 1) для суммы реакций
 - 2) для разности реакций
 - 3) для каждой из них

4) для средней из них

1.9. Устройство, которое преобразует энергию химической реакции в электрическую:

- 1) Кондуктометр.
- 2) Гальванический элемент
- 3) Химический элемент
- 4) Вольтметр

1.10. Все ионоселективные электроды основаны на принципе:

- 1) Непроницаемости мембран
- 2) Полупроницаемости мембран
- 3) Прозрачности мембран
- 4) Проницаемости мембран

1.11. К проводникам первого рода не относятся:

- 1) бронза
- 2) латунь
- 3) расплав хлорида натрия
- 4) золото

1.12. Кривые зависимости силы проходящего через ячейку тока от поданного напряжения:

- 1) изотермы адсорбции
- 2) хроматограммы
- 3) кривые титрования
- 4) полярограммы

1.13. Математически Первый закон Фарадея выражается уравнением:

- 1) $m = k \cdot I \cdot t$
- 2) $m = V \cdot I \cdot t$
- 3) $m = C \cdot V \cdot t$
- 4) $m = k \cdot C \cdot I$

1.14. Какое вещество следует добавить к раствору хромита калия, чтобы усилить гидролиз соли?

- 1) разбавить раствор
- 2) добавить щелочь
- 3) нагреть раствор
- 4) добавить кислоту

1.15. Какая из солей при одинаковой молярной концентрации гидролизуеться в большей степени?

- 1) хлорид кальция
- 2) нитрат свинца
- 3) перхлорат калия
- 4) хлорид аммония

1.16. В 250 мл раствора содержится 0,1 г едкого натра. Найдите водородный показатель:

- 1) 11,00
- 2) 12,00
- 3) 2,00
- 4) 3,00

1.17. В виде какого соединения ион свинца можно более полно осадить из раствора:

- 1) хлорид свинца
- 2) сульфат свинца
- 3) сульфид свинца
- 4) гидроксид свинца

1.18. В чем сущность гравиметрического анализа?

- 1) в точном измерении массы определяемого вещества и его компонента, выделяемых в химически чистом состоянии или в виде соответствующих соединений
- 2) в точном измерении объемов веществ
- 3) в точном измерении массы веществ и объемов содержащих их растворов
- 4) в точном измерении массы веществ

1.19. Какой объем раствора серной кислоты ($c(1/2 \text{H}_2\text{SO}_4)=1$ моль/л) необходимо взять для осаждения ионов бария из раствора, приготовленного из дигидрата хлорида бария массой 0,5324 г? Вычисления проведите с учетом полуторного избытка осадителя.

- 1) 6,6 мл
- 2) 4,4 мл
- 3) 2,0 мл
- 4) 5,4 мл

1.20. Какой закон лежит в основе расчетов титриметрического анализа?

- 1) закон сохранения массы веществ
- 2) закон кратных отношений
- 3) закон эквивалентов
- 4) закон постоянства состава

1.21. Определите молярную массу эквивалента окислителя при титровании щавелевой кислоты раствором перманганата калия в сернокислой среде?

- 1) 22,53
- 2) 63,03
- 3) 151,03
- 4) 31,61

1.22. Какую массу сульфата железа (II) можно окислить в кислой среде с помощью 20 мл 0,1 н раствора перманганата калия?

- 1) 0,061
- 2) 0,152
- 3) 0,304
- 4) 0,112

1.23. Чему равен фактор эквивалентности серной кислоты в реакции полной нейтрализации:

- 1) $\frac{1}{2}$
- 2) 1
- 3) $\frac{1}{3}$
- 4) 2

1.24. При гидратации бутена получилось 37 г спирта, выход которого составляет 50% от теоретического. Масса бутена

- 1) 66 г
- 2) 26 г
- 3) 56 г
- 4) 46 г
- 5) 36 г

- 1.25. Алкин, в молекуле которого 12 атомов водорода, тяжелее водорода (н.у.) в
- 1) 8 раз
 - 2) 38 раз
 - 3) 28 раз
 - 4) 18 раз
 - 5) 48 раз

1.26. А. Этиловый спирт и диметиловый эфир имеют одинаковую молекулярную формулу C_2H_6O . Б. Одинаковую молекулярную формулу $C_6H_{12}O_6$ имеют и глюкоза, и сахароза.

- а) верно только А
- б) верно только Б
- в) верны оба суждения
- г) оба суждения неверны

1.27. Чем являются метаналь и формальдегид?

- а) гомологами
- б) структурными изомерами +
- в) геометрическими изомерами

1.28. В каком ряду органических соединений находятся только углеводороды:

- а) C_2H_6 , C_4H_8 , C_2H_5OH ;
- б) CH_3COOH , C_6H_6 , CH_3CONH_2 ;
- в) C_2H_2 , C_3H_8 , $C_{17}H_{36}$.

1.29. Чем отличаются изомеры?

- а) химическими свойствами;
- б) химической активностью;
- в) физическими свойствами;
- г) физико-химическими свойствами.

Раздел 2. Выберите два и более правильных ответа (3 балла)

2.1. Какие виды выражения концентрации зависят от температуры:

- 1) мольная доля;
- 2) молярность;
- 3) % массы;
- 4) объёмные %;
- 5) молярность;
- 6) нормальность;
- 7) mg/m^3 ?

2.2. Из перечисленных солей гидролизу подвергаются:

1. Образованные сильной кислотой и слабым основанием.
2. Образованные слабой кислотой и сильным основанием.
3. Образованные слабой кислотой и слабым основанием.
4. Образованные сильной кислотой и сильным основанием.

2.3. В основе работы всякого гальванического элемента лежат окислительно - восстановительные реакции, протекающие раздельно:

- 1) на отрицательном электроде – восстановление
- 2) на положительном (катоде) – окисление
- 3) на положительном (катоде) – восстановление
- 4) на отрицательном электроде (аноде) – окисление

2.4. Метод прямой потенциометрии применяется непосредственно для определения:

- 1) Энергии вещества
- 2) Заряда ионов
- 3) Активности ионов вещества
- 4) Концентрации ионов вещества

2.5. Из перечисленных углеводородов к ароматическим относятся:

1. Ванилин.
2. Нафталин.
3. Стирол.
4. Бензойная кислота.

2.6. Методы измерения аналитического сигнала инструментальными приборами аналитического контроля:

1. Метод сравнения.
2. Метод градуировочного графика.
3. Метод добавок.
4. Все вышеперечисленные.

Раздел 3. Задания открытой формы. Вставить пропущенные слова:

3.1. В основе расчетов гравиметрического метода анализа лежит стехиометрический расчет по (3 слова), а измеряемым аналитическим сигналом является(2 слова)

3.2. В основе расчетов фотометрического метода анализа лежит закон(3 слова), а измеряемым аналитическим сигналом является(2 слова).

3.3. Обработка экспериментальных данных методом математической статистики всегда производится после выявления и удаления(2 слова). Для выявления грубых промахов используют(1 слова)

3.4 Величиной аналитического сигнала являются: в титриметрии -(2 слова); в гравиметрии -(2 слова); в фотометрии -(2 слова); в газовой хроматографии -(2 слова); в потенциометрии -(2 слова).

3.5. Оксид железа с массовой долей железа 70,0% имеет формулу _____