



**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,
ПО ПРОГРАММАМ ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ**

1.4 Химические науки

1.4.2 Аналитическая химия

Настоящая программа предназначена для лиц, поступающих в аспирантуру по специальности 1.4.2. Аналитическая химия (химические науки).

Настоящая программа составлена в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования; паспортом научной специальности 1.4.2. Аналитическая химия (химические науки).

Вступительное испытание служит средством проверки базовых знаний по данной специальности.

Введение

В основу настоящей программы положены сведения из ряда отраслей наук, описывающих функционирование и перспективы развития современной аналитической химии.

Содержание вступительного испытания (в форме тестирования)

Аналитическая химия как наука о методах анализа, способах разделения и обнаружения химических частиц с целью определения состава, структуры и состояния вещества. Аналитический сигнал и его связь с концентрацией вещества. Метрологические характеристики аналитических методов и их оценка. Статистическая обработка результатов измерений. Способы оценки правильности.

Теоретические закономерности и положения, лежащие в основе аналитической химии. Связь положения элемента в Периодической системе с его аналитическими свойствами. Закон действия масс. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия. Ионная сила, активность, коэффициент активности. Типы реакций и процессов в аналитической химии. Кислотно-основное равновесие. Современные представления о кислотах и основаниях: протолитическая теория Бренстеда-Лоури, теории Льюиса, Усановича. Константы кислотности и основности. Процессы ионизации и диссоциации. Реакции автопротолиза, ионное произведение растворителя,

водородный показатель. 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. Использование комплексообразования для обнаружения, разделения и маскировки ионов, определения, для растворения осадков.

Методы аналитической химии 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. Классификация методов определения. 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. Метод кислотно-основного титрования. Индикаторные погрешности. Примеры определения. Метод окислительно-восстановительного титрования. Примеры определения неорганических и органических веществ. Метод комплексометрического титрования. Комплексонометрия. Металлоиндикаторы. Определяемые элементы.

Электрохимические методы анализа. Кондуктометрические методы анализа. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Факторы, влияющие на электропроводность растворов электролитов. Потенциометрические методы анализа. 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. Основные требования, предъявляемые к реакциям. Способы фиксирования конечной точки титрования.

Спектроскопические методы. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Зависимость интенсивности спектральных линий от концентрации, температуры и положения атомов в Периодической системе элементов. Источники возбуждения, используемые приборы и оборудование. Области применения метода. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Теоретические основы метода. 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. Механизм формирования аналитического сигнала, способы его усиления. Аппаратура метода.

Список рекомендуемой литературы

1. Основы аналитической химии / Под ред. Ю.А. Золотова. В 2-х т. М.: Высшая школа, 2000.
2. Основы аналитической химии. Практическое руководство / Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа, 2001.
3. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 кн. М.: Дрофа, 2002.
4. Янсон Э.В. Теоретические основы аналитической химии. М.: Высшая

школа, 1987.

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

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

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. Фритц Дж., Шенк Г. Количественный анализ. М.: Мир, 1978.

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

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

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

14. Доерфель К. Статистика в аналитической химии. М.: Мир, 1994.

Образец вступительного испытания

Выберите один или несколько правильных ответ (2 балла)

1. К физико-химическим методам анализа относят:

- 1) гравиметрический метод анализа
- 2) аргентометрию
- 3) потенциометрию
- 4) йодометрию

2. Установочное вещество для раствора перманганата калия:

- 1) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- 3) $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

3. Индикатор в комплексонометрии:

- 1) фенолфталеин
- 2) эриохром черный
- 3) крахмал
- 4) метилоранж

4. Метод, основанный на измерении поглощения света окрашенными растворами:

- 1) спектрофотометрия
- 2) рефрактометрия
- 3) титриметрия
- 4) потенциометрия

5. 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

6. Хроматография, основанная на различной адсорбции веществ твердой неподвижной фазой, называется:

- 1) ионообменная
- 2) адсорбционная
- 3) бумажная
- 4) газовая

7. Как называются реакции и реагенты, дающие возможность открывать данный ион в присутствии других ионов?

- 1) групповыми, специфическими
- 2) избирательными, характерными
- 3) избирательными, специфическими
- 4) групповыми, характерными

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

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

9. Какая из солей при одинаковой молярной концентрации гидролизуется в большей степени?

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

10. 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

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

- а) хлорид свинца
- б) сульфат свинца
- в) сульфид свинца
- г) гидроксид свинца

12. В какой последовательности будет происходить осаждение карбонатов при постепенном прибавлении соды к смеси ионов бария, стронция и кальция?

- 1) BaCO_3 , CaCO_3 , SrCO_3
- 2) CaCO_3 , SrCO_3 , BaCO_3
- 3) SrCO_3 , CaCO_3 , BaCO_3
- 4) BaCO_3 , SrCO_3 , CaCO_3

13. 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

14. 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

15. Какой закон лежит в основе расчетов титриметрического анализа?

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

4) закон постоянства состава

16. 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

17. В каком случае скачок титрования будет наибольшим, если 0, 1 н раствор нитрата серебра титруют раствором иодида калия концентрации?

- 1) 0,01 н
- 2) 0,05 н
- 3) 1,0 н
- 4) 0,1н

18. 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

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

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

Оценка эссе проводится в 2 этапа (максимум 40 баллов):

1 этап - оценка текста эссе (максимум 24 балла)

1. Четкость обоснования цели и задач ВКР - 3 балла.
2. Характеристика объектов (аналитического контроля) и предметов исследования (аналитов) - 3 балла.
3. Новизна и практическая ценность полученных результатов ВКР- 3 балла.
4. Правильность полученных результатов -3 балла.
5. Метрологическая характеристика используемых методов анализа - 3 балла.
6. Связь выводов работы с поставленной целью и задачами ККР - 3 балла.
7. Использование компьютерной техники при выполнении ВКР – 3 балла.
8. Стиль, доступность изложения и владение понятийным аппаратом в области аналитической химии -3 балла.

2 этап – беседа по представленному эссе (максимум 16 баллов):

1. Адекватность (соответствие) выступления заявленной теме и выполненному проекту – 2 балла
2. Владение материалом, способность отвечать на вопросы – 2 балла
3. Способность ведения дискуссии, убедительность аргументации, демонстрация заинтересованности – 2 балла
4. Постановка проблемы (актуальность, приоритетность) – 2 балла
5. Обоснованность логики выполнения исследования – 2 балла
6. Обоснованность положений, выносимых на защиту проекта – 2 балла
7. Обоснование значимости работы и перспектив дальнейших исследований – 4 балла