

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ**  
проректор по учебно-методической работе

А.Б. Галимханов

«29» октября 2021 г.



## **Программа**

**вступительного испытания вступительные испытания при  
приеме на обучение по программам магистратуры**

**направление подготовки  
04.04.01 Химия**

**направленность (профиль)  
«Аналитическая химия»**

Уфа – 2021

## Часть 1. Химические методы анализа

Введение. Предмет аналитической химии и ее задачи.

Понятие об аналитическом сигнале. Современные требования к методам анализа. Виды и методы анализа. Периодический закон и аналитическая химия.

1. Химическое равновесие. Основные типы реакций и процессов в аналитической химии. Константы равновесия.

Протолитическое равновесие. Современные представления о кислотах и основаниях.

Кислотно-основные равновесия в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисление рН растворов протолитов.

Равновесие в растворах комплексных соединений. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений. Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений, константы устойчивости (ступенчатые и общие).

Окислительно-восстановительное равновесие. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со 4 стандартными потенциалами. Направление реакции окисления-восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций.

Равновесие в гетерогенных системах. Константа равновесия (произведение растворимости). Способы выражения произведения растворимости в идеальных и реальных системах. Связь между растворимостью и произведением растворимости. Факторы, влияющие на растворимость осадка: присутствие одноименного иона, ионная сила раствора, протонирование т.д.

2. Качественный анализ и его задачи. Аналитические реакции, их характеристики. Общие и групповые реагенты.

3. Количественный анализ и его задачи. Классификация методов количественного анализа. Основные этапы количественного определения. Разложение проб. Минерализация органических веществ.

4. Титриметрический анализ (сущность метода, требования к реакциям, используемым в титриметрии). Классификация титриметрических методов. Расчеты в титриметрии. Стандарты, точка эквивалентности, конечная точка титрования. Прямое и обратное титрование, титрование заместителя.

5. Протолитометрия. Сущность метода. Индикаторы метода нейтрализации. Окислительно-восстановительное титрование. Сущность и классификация методов редоксиметрии.

6. Комплексометрическое титрование. Способы определения конечной точки титрования.

7. Неорганические и органические титранты. Металлохромные индикаторы.

8. Осадительное титрование. Определение точки эквивалентности. Примеры практического применения методов осадительного титрования.

9. Гравиметрический анализ. Образование осадка. Причины загрязнения осадка. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Осадители (неорганические и органические) в весовом анализе. Вычисление результатов определения. Преимущества и недостатки, область применения гравиметрии.

10. Экстракция

Разделение и концентрирование методом экстракции. Экстракция и реэкстракция. Экстракция по механизму физического распределения. Реакционная экстракция. Различные механизмы реакционной экстракции. Экстракция ионов металлов в виде комплексных соединений. Экстракция смесями экстрагентов. Синергетический эффект. Экстракция твердых веществ. Газовая экстракция. Приборы для экстракции: делительные воронки, экстракторы Крэйга и Сокслета, газовые экстракторы. Области применения метода.

## **Часть 2 Физико-химические методы анализа.**

2.1 Электрохимические методы анализа. Общая характеристика электрохимических методов. Электрохимическая цепь (ячейки). Индикаторный электрод и электрод сравнения. Чувствительность и селективность электрохимических методов.

2.2 Потенциометрия. Прямая потенциометрия. Индикаторные и электроды сравнения.

Ионометрия. Примеры практического применения ионометрии. Определение рН, ионов щелочных металлов, галогенид-ионов. Потенциометрическое титрование. Способы обнаружения конечной точки титрования.

2.3 Кулонометрия. Теоретические основы. Законы Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование.

2.4 Вольтамперометрия. Классификация вольтамперометрических методов. Полярография. Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны. Амперометрическое титрование. Сущность метода.

2.5 Оптические методы анализа. Спектр электромагнитного излучения, его основные характеристики и способы их выражения. Ультрафиолетовая, видимая и инфракрасная области спектра. Спектры молекул. Особенности молекулярных спектров. Законы поглощения электромагнитного излучения и способы их выражения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Математическое выражение этого закона. Величины, характеризующие поглощение. Использование спектров атомов и молекул в аналитической химии.

## 2.6 Хроматография

Общие принципы метода хроматографии. Концепция теоретических тарелок. Тонкослойная и бумажная хроматография. Газовая хроматография. Жидкостная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Сверхкритическая флюидная хроматография. Ионообменная хроматография. Ионная хроматография. Гель-проникающая хроматография. Области применения различных хроматографических методов

## **Часть 3. Спектральные методы анализа**

### 3.1. Спектроскопия ультрафиолетовой и видимой области

Спектр электромагнитного излучения. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом в зависимости от длины волны. Механизм взаимодействия с веществом электромагнитного излучения УФ и видимого диапазона. Спектры поглощения и пропускания. Электронная абсорбционная спектроскопия. Возможность её применения в исследовательских и аналитических целях. Хромофоры. Ауксохромы. Влияние

различных факторов на поглощение хромофоров. Батохромный и гипсохромный сдвиг. Гипохромный и гиперхромный эффект. Законы поглощения света. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера: реальные и кажущиеся (химические и приборные). Причины реальных и кажущихся отклонений. Поглощение света неорганическими ионами. Оптические свойства координационных соединений. Использование реакций комплексообразования в фотометрическом и экстракционно-фотометрическом анализе.

### 3.2. Спектроскопия инфракрасной области

Механизм взаимодействия с веществом электромагнитного излучения ИК диапазона. Типы молекулярных колебаний. ИК спектр пропускания. Применение метода ИК спектроскопии в исследовательских и аналитических целях. Приборы для ИК спектроскопии. Изучение структуры твёрдых комплексов методом ИК спектроскопии.

### 3.3. Атомная эмиссионная спектроскопия и фотометрия пламени

Атомные спектры. Возбуждение излучения атомов в дуговом и искровом разряде, в газовом пламени. Атомная эмиссионная спектроскопия. Калибровка спектрометра по спектру атомов железа. Качественный анализ. Количественный анализ методом внутреннего стандарта. Возбуждение свечения атомов в индуктивно связанной плазме. Преимущества плазменного метода. Возбуждение свечения УФ-излучением: атомно-флуоресцентная спектроскопия. Преимущества и недостатки дуговой, пламенной, плазменной и флуоресцентной спектроскопии.

### 3.4. Атомная абсорбционная спектроскопия

Атомные спектры поглощения. Атомная абсорбционная спектроскопия. Методы атомизации: в пламени, нагревание электрическим током. Конструкция приборов. Компенсация помех. Сравнение атомных эмиссионных и абсорбционных методов.

### 3.5. Люминесцентная спектроскопия

Молекулярная люминесценция: флуоресценция и фосфоресценция. Методы возбуждения флуоресценции. Математическое описание флуоресценции. Флуориметрия. Конструкция спектрофлуориметров. Применение флуориметрии для определения органических и неорганических соединений. Преимущества и недостатки флуориметрии в сравнении с абсорбционной спектроскопией. Люминесценция комплексных соединений. Применение реакций комплексообразования в люминесцентном анализе.

### 3.6 Спектроскопия ядерного магнитного резонанса

Сущность явления ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Протонный магнитный резонанс (ПМР). Спектр ПМР. Химический сдвиг. Площадь сигнала. Спин-спиновое взаимодействие. Применение спектроскопии ПМР для исследования структуры органических соединений. ЯМР на ядрах  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{31}\text{P}$ . Применение спектроскопии ЯМР в неорганической и координационной химии, в биохимии.

### 3.7 Масс-спектрометрия

Ионизация атомов и молекул. Методы ионизации. Типы ионов. Сущность метода масс-спектрометрии. Принципиальная схема масс-спектрометра. Магнитные и динамические масс-спектрометры. Спектрометр ион-циклотронного резонанса. Хромато-масс-спектрометрия. Применение метода масс-спектрометрии для исследования органических и неорганических соединений. Идентификация и установление строения веществ. Определение потенциалов ионизации молекул.

### **Основная литература**

1. Основы аналитической химии: В 2-х книгах / Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа, 2008.
2. Прикладной химический анализ: Практическое руководство / Под ред. Т.Н. Шеховцовой, О.А. Шпигуна, М.В. Попова. М.: Изд-во МГУ, 2010. 456 с.
3. Майстренко В.Н., Ключев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. М.: БИНОМ, 2008. 323 с.
4. Золотов Ю.А., Цизин Г.И., Дмитриенко С.Г., Моросанова Е.И. Сорбционное концентрирование микрокомпонентов из растворов. М.: Наука, 2007. 320 с.
5. Будников Г.К., Майстренко В.Н., Вяселев М.Р. Основы современного электрохимического анализа. М.: БИНОМ, 2011. 592 с.
6. Пупышев А. А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. М: Техносфера, 2008.

### **Дополнительная литература**

7. Золотов Ю.А. Экстракция в неорганическом анализе. М.: МГУ, 1988. 83 с.
8. Сакодынский К.И. и др. Аналитическая хроматография. М.: Химия, 1993.
9. Электроаналитические методы. Теория и практика / Под ред. Ф. Шольца. М.: БИНОМ, 2006. 326 с.

Декан химического факультета

Р.М. Ахметханов