

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 06.06.2022 16:44:45  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08



УТВЕРЖДАЮ  
Л.Н.Скаковская  
«27» сентября 2017 г

**Программа**  
**вступительного экзамена для поступающих в магистратуру**  
**по направлению 04.04.01 Химия**  
**Магистерская программа "Аналитическая химия"**

**1. Методы разделения и концентрирования в химии**

**1.1. Разделение и концентрирование в химическом анализе**

Роль разделения и концентрирования в химическом анализе. Классификация современных методов разделения. Количественные характеристики процесса разделения.

**1.2. Осаждение и соосаждение**

Разделение и концентрирование методом осаждения и соосаждения. Различие осаждения и соосаждения. Гомогенное осаждение. Механизм процесса соосаждения. Молекулярная и ионная адсорбция. Изоморфное соосаждение. Органические и неорганические коллекторы. Комплексообразование в методах осаждения и соосаждения: осаждение хелатных комплексов, маскирование мешающих ионов. Электроосаждение.

**1.3. 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.

**1.4. 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.

## 1. Методы разделения и концентрирования в химии

### 1.1. Разделение и концентрирование в химическом анализе

Роль разделения и концентрирования в химическом анализе. Классификация современных методов разделения. Количественные характеристики процесса разделения.

### 1.2. Осаждение и соосаждение

Разделение и концентрирование методом осаждения и соосаждения. Различие осаждения и соосаждения. Гомогенное осаждение. Механизм процесса соосаждения. Молекулярная и ионная адсорбция. Изоморфное соосаждение. Органические и неорганические коллекторы. Комплексообразование в методах осаждения и соосаждения: осаждение хелатных комплексов, маскирование мешающих ионов. Электроосаждение.

### 1.3. 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.

### 1.4. 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.

## 2. Спектральные методы анализа

### 2.1. 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.

### 2.2. 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.

### 2.3. 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.

## 2.4. 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.

## 2.5. 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.

## 2.6. Турбидиметрия и нефелометрия

Рассеяние света. Рэлеевское рассеяние света. Использование эффекта рассеяния света в химическом анализе. Турбидиметрия. Нефелометрия. Количественные закономерности, мутность, коэффициент мутности. Конструкция приборов. Турбидиметрическое и нефелометрическое титрование.

## 2.7. Рентгеновская спектроскопия

Первичное и вторичное рентгеновское излучение. Источники рентгеновского излучения. Эмиссионные и абсорбционные спектры. Закон Мозли. Монохроматическое рентгеновское излучение. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ (РСФА). Устройство спектрометров. Источники излучения, анализаторы, детекторы. Подготовка проб. Приборы с волновой и энергетической дисперсией. Электронно-зондовый микроанализ. Применение РСФА для анализа состава горных пород, сплавов металлов, нефти и нефтепродуктов, для контроля загрязнения окружающей среды. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Оже-электронная спектроскопия.

## 2.8. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса

Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Сущность явления ЭПР. Спектрометры ЭПР. Форма и интенсивность линий. Выбор условий эксперимента. Исследование радикальных реакций в органической химии. Исследование строения координационных соединений и характера связи металл-лиганд. Исследование реакций сольватации, гидролиза, комплексообразования и замещения лигандов. Определение ионов 3d-металлов методом ЭПР.

## 2.9. 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.

## 2.10. Масс-спектрометрия

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

## 3. Электрохимические методы анализа

### 3.1. Потенциометрия

Основные понятия потенциометрии. Электроды 1-ого, 2-ого и 3-его рода. Окислительно-восстановительные электроды. Газовые электроды. Прямая потенциометрия. Приборы для потенциометрии. Электроды сравнения. Индикаторные электроды. Металлические индикаторные электроды.

Мембранные индикаторные электроды. Стекланные электроды. Настройка рН-метра (иономера). Стандартные буферные растворы. Ионоселективные мембранные электроды, классификация, принцип работы. Электроды с твердыми гомогенными и гетерогенными мембранами. Электроды с жидкими мембранами: с внутренним раствором сравнения и типа покрытой проволоки. Электрохимические и аналитические характеристики ионоселективных электродов: электродная функция, предел обнаружения, селективность, время отклика. Газовые сенсоры. Сенсоры на основе электропроводных полимеров. Сенсоры с иммобилизованными ферментами и клетками. Потенциометрическое титрование. Применение потенциометрического титрования. Кислотно-основное потенциометрическое титрование, построение кривых титрования. Потенциометрическое титрование, использующее реакции осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления; построение соответствующих кривых титрования.

### 3.2. Кулонометрия

Сущность кулонометрии. Теоретические основы метода. Электрохимические процессы. Оборудование и условия проведения экспериментов. Кулонометрическое титрование: кислотно-основное, осадительное, комплексообразующее, окислительно-восстановительное. Достоинства кулонометрического метода и особенности его применения.

### 3.3. Полярография и вольтамперометрия

Сущность метода полярографии. Теоретические основы полярографии. Электрохимические процессы на каплюющем ртутном электроде. Вращающиеся дисковые электроды. Количественное описание процессов. Применяемое оборудование. Качественный и количественный полярографический анализ. Электрохимические свойства комплексных соединений. Влияние комплексообразования на величину окислительно-восстановительного потенциала системы и на потенциал полярографической полуволны. Применение реакций комплексообразования в полярографических методах.

### 3.4. Амперометрия

Сущность амперометрии. Основные принципы. Амперометрическое титрование. Титрование с одним поляризуемым электродом. Титрование с

двумя поляризуемыми электродами. Физическое и химическое модифицирование электродов для вольтамперометрического анализа. Угольно-пастовые электроды. Вольтамперометрия с химически модифицированными электродами. Инверсионная вольтамперометрия (ИВА): основные понятия, электроды, используемые в ИВА; теория, аппаратура; аналитические приложения.

### Литература

1. Основы аналитической химии / Под ред. Ю.А. Золотова. В 2 томах.. М.: Academia, 2014.
2. Кристиан Г. Аналитическая химия. В 2 томах. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015.
3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. В 2 томах. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.
4. Александрова Э.А., Гайдукова Н.Г. Аналитическая химия. В 2 томах. М.: Юрайт, 2014.
5. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа / Под ред. А.А. Ищенко. В 2 томах. М.: Academia, 2012.
6. Москвин Л.Н., Родинков О.В. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии М.: Интеллект, 2012. 336 с.

Руководитель магистерской программы «Аналитическая химия»

профессор кафедры неорганической и аналитической химии

доктор химических наук, доцент



Алексеев В.Г.