



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**



Утверждаю

Проректор по учебной работе  
А.И. Вокин

2024 г.

**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания для поступающих на обучение по программам  
подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**

**Научная специальность: 1.4.2 "Аналитическая химия"**

**Иркутск 2024**

# I. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

## 1. Общие вопросы

Предмет аналитической химии. Цели и особенности аналитической химии и аналитической службы. Взаимосвязь аналитической химии с другими науками, значение для общества. Основные этапы развития. Аналитические задачи: обнаружение, идентификация, определение веществ.

Химические, физические и биологические методы аналитической химии. Методы обнаружения, идентификации, разделения и концентрирования, определения; гибридные и комбинированные методы. Методы прямые и косвенные.

Основные характеристики методов определения: чувствительность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, воспроизводимость, правильность, селективность. Метод и методика.

Виды химического анализа: изотопный, атомный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Макро-, микро-, ультрамикрoанализ. Локальный, неразрушающий, дистанционный, непрерывный, внелабораторный (полевой).

## II. Методы анализа

### 2.1. Химические методы

#### 2.1.1. Теоретические основы

Количественные характеристики равновесий: термодинамическая и концентрационные константы, стандартный и формальный потенциалы, степень образования (мольная доля) компонента. Расчет активностей и равновесных концентраций компонентов. Буферные системы.

**Кислотно-основное равновесие.** Развитие представлений о кислотах и основаниях. Использование протолитической теории для описания равновесий. Влияние свойств растворителя (донорно-акцепторных, диэлектрической проницаемости, автопротолиза); классификация растворителей. Константы кислотности и основности. Буферные растворы. Расчет pH растворов сильных и слабых кислот и оснований, амфолитов, смесей кислот или оснований, буферных смесей.

**Комплексообразование.** Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Ступенчатое комплексообразование. Константы устойчивости. Методы определения состава комплексных соединений и расчета констант устойчивости. Кинетика реакций комплексообразования. Инертные и лабильные комплексы. Примеры использования комплексов.

**Окислительно-восстановительное равновесие.** Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы, их связь. Направление и константы

равновесия окислительно-восстановительных реакций. Управление реакциями с помощью изменения концентраций реагирующих веществ, рН, конкурирующих реакций с окисленной и восстановленной формами. Каталитические, автокаталитические, сопряженные и индуцированные окислительно-восстановительные реакции. Примеры аналитического использования.

**Равновесия в системе жидкость - твердая фаза.** Константы равновесия (термодинамическое и реальное произведение растворимости); растворимость. Влияние температуры, ионной силы, конкурирующих реакций, природы растворителя, размеров частиц осадка, модификации осадка на растворимость. Использование этих факторов для оптимизации условий полного осаждения и растворения осадков, совместного осаждения и разделения ионов, образующих осадки, превращения одних малорастворимых соединений в другие. Механизм образования и свойства кристаллических и аморфных осадков. Коллоидные системы. Загрязнения и условия получения чистых осадков. Условия полного осаждения и растворения осадков.

**Органические реагенты в химическом анализе.** Функционально-аналитические группы. Влияние структуры на свойства органических реагентов. Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с ионами металлов. Важнейшие органические аналитические реагенты, области их применения.

#### *2.1.2. Гравиметрические методы*

Сущность, значение, достоинства и ограничения прямых и косвенных гравиметрических методов. Требования, предъявляемые к осаждаемой и гравиметрической формам. Выбор условий осаждения. Этапы определения. Важнейшие неорганические и органические осадители. Погрешности гравиметрического определения.

#### *2.1.3. Титриметрические методы*

Сущность и классификация. Виды титрования (прямое, обратное, косвенное). Выражение концентраций растворов в титриметрии. Расчет молярной массы эквивалента в разных методах титрования. Стандартные растворы. Первичные и вторичные стандартные растворы. Способы титрования. Кривые титрования. Точка эквивалентности, конечная точка титрования.

**Кислотно-основное титрование** в водных и неводных средах. Первичные стандартные растворы для установления концентрации растворов кислот и щелочей. Кривые титрования для одно- и многоосновных систем. Индикаторы.

**Окислительно-восстановительное титрование.** Первичные и вторичные стандартные растворы. Кривые титрования. Индикаторы. Краткая характеристика различных методов: перманганатометрии, йодометрии, бихроматометрии.

**Комплексометрическое титрование.** Сущность. Использование аминокислот в комплексометрии. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Практическое использование.

**Осадительное титрование.** Сущность. Кривые титрования. Методы индикации конечной точки титрования. Индикаторы.

#### *2.1.4. Электрохимические методы*

**Потенциометрия.** Равновесные электрохимические системы и их характеристики. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Использование прямых и косвенных потенциометрических методов в анализе и исследовании. Ионметрия: возможности метода и ограничения. Типы ионоселективных электродов и их характеристики. Кривые титрования. Зависимость формы кривой и скачка потенциалов от различных факторов. Титрование в водных и неводных средах. Способы обнаружения конечной точки титрования

**Кулонометрия.** Теоретические основы кулонометрического метода анализа и его классификация. Условия проведения кулонометрических измерений. Прямая потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование, его возможности и преимущества перед другими титриметрическими методами.

**Вольтамперометрия.** Явления поляризации и перенапряжения. Кривые поляризации. Обратимые и необратимые электродные процессы. Зависимость величины диффузионного тока от концентрации деполяризатора (уравнение Ильковича). Характеристики вольтамперограмм, используемые для изучения и определения органических и неорганических соединений. Характеристики классической, осциллографической и переменного тока полярографии, возможности и ограничения этих методов. Инверсионная вольтамперометрия и ее применение в анализе. Косвенные вольтамперометрические методы.

**Кондуктометрия.** Эквивалентная и удельная электропроводность. Факторы, влияющие на электропроводность. Низкочастотная кондуктометрия: прямой метод и кондуктометрическое титрование.

**Электрогравиметрия.** Электролиз при контролируемом потенциале и при заданной величине тока. Применение электролиза для разделения компонентов смеси и их количественного определения.

#### *2.2. Физические методы*

Взаимодействие вещества с электромагнитным излучением, потоками частиц, магнитным полем. Основные характеристики излучения (частота, длина волны, волновое число). Вероятности энергетических переходов. Правило отбора, разрешенные и запрещенные переходы. Взаимосвязь основных характеристик спектральных линий с природой и количеством определяемого вещества (качественный и количественный спектральный анализ).

### *2.2.1. Методы атомной оптической спектроскопии*

**Теоретические основы.** Атомные спектры эмиссии, поглощения и флуоресценции. Резонансное поглощение. Самопоглощение, ионизация. Аналитические линии. Зависимость аналитического сигнала от концентрации.

**Атомно-эмиссионная спектроскопия.** Возбуждение материала проб в пламени, в дуговом и искровом разрядах. Характеристики пламен и их выбор. Физико-химические процессы в пламени. Фотографическая и фотоэлектрическая регистрация спектра. Компьютерная денситометрия. Оптические спектрометры, квантометры. Идентификация элементов по спектрам испускания. Определение отдельных элементов. Способы определения содержания. Спектральные, физические и химические помехи. Подавление мешающих влияний матрицы и сопутствующих элементов (введение спектрохимического буфера, носителя в пробу, подбор стандартных образцов и т.д.). Анализ твердых веществ и материалов, технологических растворов, других объектов. Примеры использования.

### *2.2.2. Методы рентгеновской и электронной спектроскопии*

**Теоретические основы.** Основные свойства рентгеновского излучения: поглощение, рассеяние, дифракция. Образование рентгеновских спектров: быстро движущимися частицами, рентгеновскими квантами. Закон Мозли. Характеристическое и тормозное рентгеновское излучение. Качественный и количественный анализ.

### *2.2.3. Методы молекулярной оптической спектроскопии*

**Теоретические основы.** Молекулярные спектры поглощения, испускания. Основные законы светопоглощения и испускания. Рассеяние света. Поляризация и оптическая активность. Способы измерения аналитического сигнала.

**Спектрофотометрия.** Способы определения концентрации веществ. Производная и дифференциальная спектрофотометрия, возможности анализа многокомпонентных систем. Спектроскопия отражения. Достоинства и ограничения методов. Практическое применение.

**Люминесцентные методы.** Виды люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция. Основные характеристики люминесценции (спектры поглощения и возбуждения люминесценции, времена жизни возбужденных состояний, квантовый и энергетический выход люминесценции). Закономерности молекулярной люминесценции (закон Стокса-Ломмеля, правило Левшина, закон Вавилова). Тушение люминесценции. Качественный и количественный анализ. Метрологические характеристики. Области применения.

**ИК- и рамановская (комбинационного рассеяния) спектроскопия.** Колебательные и вращательные спектры. Качественный и количественный анализ. Особенности анализа проб в различном агрегатном состоянии.

Нефелометрия и турбидиметрия. Фотоакустическая спектроскопия. Поляриметрия. Принципы методов и области применения.

#### *2.2.4. Методы масс-спектрометрии*

Способы масс-спектрального анализа, регистрация и интерпретация спектров. Качественный и количественный анализ. Метод изотопного разбавления. Хромато-масс-спектрометрия.

#### *2.2.5. Резонансные спектроскопические методы*

Методы электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) и ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Теоретические основы методов. Области применения. Классы соединений, пригодные для анализа методами ЭПР и ЯМР.

Метрологические характеристики, ограничения методов.

#### *2.2.6. Ядерно-физические и радиохимические методы*

Элементарные частицы. Основные виды радиоактивного распада и ядерных излучений.

**Активационный анализ.** Нейтронно-активационный анализ. Активация заряженными частицами. Гамма-активационный анализ. Метрологические характеристики. Практическое применение.

#### *2.2.7. Методы локального анализа и анализа поверхности*

Классификация; физические основы. Достоинства и области применения. Особенности пробоотбора и пробоподготовки. Примеры использования.

### **2.3 Хроматографические методы**

#### *2.3.1. Теоретические основы*

Основные понятия. Классификация хроматографических методов по применяемым фазам, механизмам разделения и технике эксперимента. Методы получения хроматограмм (фронтальная, элюентная и вытеснительная хроматография). Эффективность и селективность хроматографического разделения. Концепция теоретических тарелок и ее недостатки. Уравнение Ван-Деемтера. Общие подходы к оптимизации процесса хроматографического разделения веществ. Способы осуществления хроматографического процесса. Особенности хроматографических колонок. Способы элюирования веществ. Детекторы

#### *2.3.2. Газовая хроматография*

**Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) хроматография.** Сущность метода. Изотермы адсорбции. Требования к газам-носителям и адсорбентам. Примеры используемых адсорбентов. Химическое и адсорбционное модифицирование поверхности адсорбента. Влияние температуры на удерживание и разделение. Газовая хроматография с программированным подъемом температуры. Детекторы. Примеры применения.

**Газо-жидкостная хроматография.** Принцип метода. Объекты исследования. Требования к носителям и неподвижным жидким фазам. Влияние природы жидкой фазы и разделяемых веществ на эффективность разделения.

### 2.3.3. Жидкостная хроматография

**Высокоэффективная жидкостная хроматография.** Сущность метода. Требования к адсорбентам и подвижной фазе. Влияние природы и состава элюента на эффективность разделения. Разновидности метода в зависимости от полярности неподвижной фазы: нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Выбор условий разделения. Детекторы. Применение для анализа сложных смесей.

**Ионообменная хроматография.** Неорганические и органические ионообменники и их свойства. Комплексообразующие ионообменники. Кинетика и селективность ионного обмена. Влияние природы и состава элюента на селективность разделения веществ. Примеры применения.

**Ион-парная хроматография.** Принцип метода. Роль неподвижной фазы и вводимого в элюент противоиона. Области применения.

**Эксклюзионная хроматография.** Особенности механизма удерживания молекул. Характеристики сорбентов и подвижных фаз. Возможности и примеры применения. Гель-хроматография. Области применения.

**Тонкослойная хроматография.** Сущность метода и области применения.

### 2.4. Другие методы разделения и концентрирования

Процессы и реакции, лежащие в основе методов. Термодинамические и кинетические характеристики разделения и концентрирования. Классификация методов. Сочетание разделения и концентрирования с методами определения. Принципы выбора метода.

**Сорбционные методы.** Классификация по механизму взаимодействия вещества с сорбентом, способу осуществления процесса, геометрическим признакам неподвижной фазы. Количественное описание сорбционных процессов. Сорбенты.

**Экстракция.** Сущность метода. Закон распределения. Основные количественные характеристики. Способы осуществления экстракции. Требования к экстрагентам и растворителям. Классификация экстракционных процессов по типу используемого экстрагента, типу образующихся соединений, технике осуществления. Основные типы соединений, используемых в экстракции. **Осаждение и соосаждение.**

## III. Метрологические основы химического анализа.

Аналитический сигнал. Способы представления зависимости аналитический сигнал – содержание определяемого компонента. Погрешности, их классификация, основные источники погрешностей. Систематические погрешности в химическом анализе. Правильность и способы проверки правильности. Законы сложения погрешностей. Случайные погрешности в химическом анализе. Генеральная и выборочная совокупности результатов хи-

мического анализа. Закон нормального распределения результатов анализа, его проверка. Статистика малых выборок. Воспроизводимость. Статистические критерии: математическое ожидание (генеральное среднее) и генеральная дисперсия случайной величины, выборочное среднее, дисперсия, стандартное отклонение, относительное стандартное отклонение, доверительная вероятность и доверительный интервал. Сравнение двух дисперсий. Сравнение двух средних результатов (критерий Стьюдента) химического анализа. Чувствительность, способы ее выражения. Коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя граница определяемых содержаний, их статистическая оценка. Применение дисперсионного анализа для оценки погрешностей отдельных стадий и операций химического анализа. Применение регрессионного анализа для построения градуировочных зависимостей. Нахождение содержания вещества по градуировочной зависимости, статистическая оценка результата. Математическое планирование и оптимизация аналитического эксперимента с использованием дисперсионного и многомерного регрессионного анализа. Стандартные образцы. Аттестация и стандартизация методик. Аккредитация аналитических лабораторий.

#### **4. Автоматизация анализа**

Автоматизация лабораторного анализа и производственного контроля; периодического, дискретного анализа и непрерывного анализа в потоке. Автоматизированные приборы, системы и комплексы, автоматы-анализаторы для лабораторного и производственного анализа, роботы. Примеры современных высокоэффективных аналитических приборов-автоматов. Проточно-инжекционный анализ.

#### **5. Анализ конкретных объектов**

##### *5.1. Аналитический цикл и стадии анализа*

Выбор метода и схемы анализа, отбор пробы, подготовка пробы (разложение, разделение, концентрирование и другие операции), получение аналитической формы, измерение аналитического сигнала, обработка результатов измерений.

##### *5.2. Пробоотбор и пробоподготовка*

Представительность пробы. Генеральная, лабораторная и анализируемая пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава; средних проб твердых, жидких и газообразных веществ; токсичных и радиоактивных проб. Перевод пробы в форму, удобную для анализа (растворение в щелочах и кислотах, термическое разложение: сплавление, спекание; разложение под давлением; микроволновое разложение).



#### IV. Рекомендуемая основная литература

1. Основы аналитической химии. Учебник для вузов. В 2-х кн. Кн.1. Общие вопросы. Методы разделения. Кн. 2. Методы химического анализа. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа. 2004. 361 с., 503 с.
2. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Учебное пособие для вузов. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа. 2001. 463 с.
3. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы. Учебное пособие для вузов. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа. 2002. 412 с.
4. У. Кунце, Г. Шведт. Основы качественного и количественного анализа. Пер. с нем. М.: Мир, 1997 г.
5. А.Т. Пилипенко, И.В. Пятницкий. Аналитическая химия. В 2-х книгах. М.: Химия. 1990 г.
6. Г. Юинг. Инструментальные методы химического анализа. Пер. с англ. М.: Мир, 1989 г.
7. К. Дерффель. Статистика в аналитической химии. Пер. с нем. М.: Мир. 1994 г.
8. Н.М. Кузьмин, Ю.А. Золотов. Концентрирование следов элементов. М.: Наука, 1988 г.
9. Л.Н. Москвин, Л.Г. Царицына. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Л.: Химия, 1991 г.
10. Ю. Тельдеши. Радиоаналитическая химия. Пер. со словац. М.: Энергоатомиздат, 1987 г.
11. Б.В. Айвазов. Введение в хроматографию. М.: Высшая школа, 1983 г.

#### Дополнительная литература

1. Ф. Сабадвари, А. Робинсон. История аналитической химии. Пер. с англ. М.: Мир, 1984 г.
2. Д. Скуг, Д. Уэст. Основы аналитической химии. В 2-х томах. Пер. с англ. М.: Мир, 1979 г.
3. К.А. Гольдберг, М.С. Вигдергауз. Введение в газовую хроматографию. М.: Химия, 1990 г.
4. Галюс З. Электрохимические методы анализа. Пер. с англ. М.: Мир, 1974
5. Д. Перес-Бендито, М. Сильва. Кинетические методы в аналитической химии. М.: Мир, 1991.
6. Р.А. Хмельницкий, Е.С. Бродский. Хромато-масс-спектрометрия. М.: Химия, 1983 г.
7. Смагунова А.Н., Карпукова О.М. Методы математической статистики в аналитической химии. Ростов-Дон, Феникс, 2012 г.
8. В.П. Афонин, Г.Н. Гуничева, Л.Ф. Пискунова Рентгенофлуоресцентный силикатный анализ. Новосибирск: Наука, 1984 г.
9. Лосев Н.Ф., Смагунова А.Н. Основы рентгеновского флуоресцентного анализа. М.: Химия, 1982.

#### IV. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительный экзамен по специальности в аспирантуру химического факультета проводится в устной форме, по экзаменационным билетам, и состоит из 3х вопросов по различным разделам программы вступительного экзамена.

##### **ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ.**

1. Основные стадии аналитических определений. Пробоотбор и его значение. Техника отбора представительной пробы твердых, жидких и газообразных веществ.
2. Способы разделения ионов в аналитической химии. Осаждение. Экстракция. Хроматографические методы разделения.
3. Химическое равновесие в гомогенных системах. Закон действующих масс. Константа равновесия, ее физический смысл. Идеальные и реальные химические системы. Побочные процессы, которые могут протекать в реальных системах. Уравнение материального баланса, коэффициенты конкурирующих реакций.
4. Типы гетерогенных систем, используемых в аналитической химии. Химическое равновесие в системе "раствор-осадок". Произведение растворимости. Математическая связь между растворимостью и произведением растворимости. Факторы, влияющие на растворимость осадков. Солевой эффект.
5. Ионизация растворителей. Автопротолиз. Ионное произведение воды,  $pH$ . Протолитическая теория Бренстеда-Лоури, ее достоинства, ограничения.
6. Вычисление  $pH$  растворов сильных и слабых кислот и оснований при достаточно высоких их концентрациях. Вычисление  $pH$  растворов сильных кислот и оснований при их низких концентрациях.
7. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость, ее зависимость от концентрации компонентов. Вычисление  $pH$  буферных растворов. Вычисление  $pH$  растворов гидролизующихся солей.
8. Комплексные соединения и основные аспекты использования их в аналитической химии. Катионные, анионные и нейтральные комплексные соединения. Внутрикомплексные соединения (ВКС). Связь в молекулах ВКС. Дентатность лиганда и хелатные циклы в молекулах ВКС, их влияние на прочность ВКС. Привести примеры ВКС, используемых в аналитической химии.
9. Окислительно-восстановительные реакции и основные аспекты использования их в аналитической химии, Стандартные потенциалы и урав-

нение Нернста. Влияние окислительно-восстановительных потенциалов на направление окислительно-восстановительных реакций.

10. Сущность титриметрического анализа. Основные понятия, используемые в титриметрии: первичные и вторичные стандарты, исходные вещества, момент эквивалентности, кривые титрования, индикаторы титрования. Способы выражения концентрации в титриметрии. Коэффициент поправки. Исходные вещества в титриметрии и предъявляемые к ним требования. Способы установления концентрации растворов.

11. Методы окисления-восстановления в титриметрии, их классификация. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Индикаторы, применяемые в методах окислительно-восстановительного титрования.

12. Обзор важнейших методов окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия, йодометрия, бихроматометрия. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы, примеры определений.

13. Комплексоны и комплексонометрия, кривая титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Металлохромные индикаторы. Примеры комплексонометрических определений

14. Схема проведения анализа методом эмиссионной фотометрии пламени, условия проведения анализа. Основные узлы пламенно-фотометрической установки.

15. Характеристика пламени как источника возбуждения. Механизм возбуждения спектров в пламени. Общая схема процессов происходящих в пламени. Виды помех в методе фотометрии пламени, их устранение. Влияние физико-химических свойств раствора на результаты анализа.

16. Основные параметры, характеризующие электромагнитное излучение. Происхождение спектров излучения и поглощения. Понятие о цвете растворов. Основной закон светопоглощения растворами. Оптическая плотность и пропускание, их связь с концентрацией и пределы измерений.

17. Понятие о спектрах поглощения. Молярный коэффициент поглощения как мера чувствительности фотометрической реакции.

18. Закон фотоэффекта. Фотоэлементы, их типы. Светофильтры и их назначение. Оптическая схема фотоэлектроколориметра.

19. Полярнографический метод анализа. Теоретическое обоснование, принципиальная схема установки для выполнения анализа. Условия проведения электролиза в полярнографии.

20. Вольтамперная кривая. Остаточный и предельный токи. Аналитические сигналы количественного и качественного полярнографического анализа.

21. Осциллографическая, переменноточковая, амальгамная полярногра-

фия с накоплением.

22. Потенциометрический метод анализа. Теоретическое обоснование метода. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Функции электродов, основные требования, предъявляемые к электродам. Примеры практического использования прямого варианта потенциометрии в аналитических целях. Факторы, определяющие выбор индикаторного электрода, наиболее употребляемые индикаторные электроды.

23. Классификация хроматографических методов анализа. Сорбенты, используемые в методе ВЭЖХ. Требования, предъявляемые к ним.

24. Теория тарелок в хроматографии. Факторы, влияющие на эффективность колонки. Симметрия пика.

25. Адсорбционная жидкостная колоночная хроматография. Теоретические основы метода. Идеальная равновесная хроматография. Статика, динамика и кинетика процессов, протекающих в хроматографической колонке.

26. Подвижные фазы — растворители и десорбенты. Элюотропные ряды. Требования к подвижным фазам. Качественный и количественный анализ. Ионообменная хроматография.

27. Области применения рентгеновского излучения для анализа вещества. Методы рентгеноспектрального анализа и задачи аналитической химии, решаемые с их помощью.

28. Основные свойства и характеристики рентгеновских лучей (область энергии, проникающая способность). Характеристический и тормозной рентгеновский спектр.

29. Систематика характеристических линий рентгеновского спектра. Правила отбора для диаграммных линий, сателлиты линий. Описание переходов в модели атома Бора, сопровождающихся излучением линий рентгеновского спектра. Закон Мозли.

30. Способы анализа: способ внешнего стандарта, способ внутреннего стандарта, способ стандарта – фона.

31. Основные теоремы теории вероятностей. Условная вероятность.

32. Дисперсия и его свойства. Среднее квадратическое отклонение. Мода. Медиана. Начальный и центральный моменты.

33. Оценка доверительного интервала среднего результата. Оценка допустимого расхождения между результатами измерений. Оценка прецизионности методик анализа.

34. Оценка правильности результатов анализа с помощью стандартных образцов, методом добавок.

Авторы:

1. Профессор Пройдаков А.Г.



2. Доцент Апрелкова Н.Ф.



3. Доцент Королева Г.Н.

