

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

С. И. Здрок

« 9 » декабря 2020 г.

Регистрационный № УД-9541 /уч.

Физико-химические методы анализа

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 05 01 Химия (по направлениям)

направления специальности:

1-31 05 01-01 Химия (научно-производственная деятельность)

1-31 05 01-02 Химия (научно-педагогическая деятельность)

1-31 05 01-03 Химия (фармацевтическая деятельность)

1-31 05 01-04 Химия (охрана окружающей среды)

1-31 05 02 Химия лекарственных соединений

1-31 05 03 Химия высоких энергий

1-31 05 04 Фундаментальная химия

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 05 01-2013, ОСВО 1-31 05 02-2013, ОСВО 1-31 05 03-2013, ОСВО 1-31 05 04-2013, учебных планов №G31-155/уч. от 30.05.2013, №G31и-201/уч. от 30.05.2014, №G31-152/уч. от 30.05.2013, №G31и-202/уч. от 30.05.2014, №G31-153/уч. от 30.05.2013, №G31и-203/уч. от 30.05.2014, №G31-154/уч. от 30.05.2013, №G31и-204/уч. от 30.05.2014, №G31-145/уч. от 30.05.2013, №G31-146/уч. от 30.05.2013, №G31-147/уч. от 30.05.2013.

СОСТАВИТЕЛИ:

А.В. Онищук, старший преподаватель кафедры аналитической химии химического факультета БГУ

В.В. Егоров, профессор кафедры аналитической химии химического факультета БГУ, доктор химических наук, профессор

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра химии Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка;

Ф.Ф. Лахвич, доцент кафедры биоорганической химии Белорусского государственного медицинского университета, кандидат химических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой аналитической химии химического факультета (протокол № 4 от 10.11.2020);

Научно-методическим Советом БГУ (протокол № 2 от 07.12.2020)

Зав. кафедрой аналитической химии



Заяц М.Ф.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – фундаментальная и практическая подготовка студентов химических специальностей в области физико-химических методов анализа.

Задачи учебной дисциплины:

1. Сформировать у студентов системные знания об основных физических законах и процессах, лежащих в основе современных физико-химических методов анализа, а также о механизмах и принципах генерирования аналитического сигнала, связанных с индивидуальными химическими свойствами определяемых веществ;

2. Ознакомить студентов с методами и приемами работы на основных типах аналитического оборудования и с методами пробоподготовки анализируемых объектов различного происхождения;

3. Сформировать у студентов соответствующий кругозор, позволяющий осознавать роль аналитической химии в решении насущных практических задач (контроль технологических процессов и качества готовой продукции; мониторинг состояния окружающей среды; медицинская биохимическая диагностика и др.), ориентироваться в возможностях различных методов применительно к анализу реальных объектов и грамотно формулировать постановку аналитической задачи.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием: учебная дисциплина относится к циклу специальных дисциплин (компонент учреждения образования) для специальностей **1-31 05 01 Химия (по направлениям), 1-31 05 03 Химия высоких энергий**; к циклу специальных дисциплин (государственный компонент) для специальностей **1-31 05 02 Химия лекарственных соединений, 1-31 05 04 Фундаментальная химия.**

Связи с другими учебными дисциплинами. Учебная дисциплина «Физико-химические методы-анализа» базируется на знаниях, полученных студентами ранее в ходе изучения дисциплин «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Неорганическая химия».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Физико-химические методы анализа» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

академические компетенции:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным вырабатывать новые идеи (обладать креативностью).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

социально-личностные компетенции:

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные компетенции:

ПК-1. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, анализировать перспективы и направления развития отдельных областей химической науки.

ПК-1. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, владеть приемами информационного поиска и анализа, а также оценивать перспективы и направления развития химии, биотехнологии, фармации и экологии.

ПК-2. Принимать участие в научных исследованиях, связанных с совершенствованием и развитием химии, современных ее направлений и физико-химических методов исследования.

ПК-2. Проводить научные исследования, связанные с совершенствованием и развитием химии, биотехнологии, фармации и экологии.

ПК-3. Формулировать цели и задачи научно-исследовательской деятельности, осуществлять ее планирование, принимать участие в подготовке отчетов и публикаций.

ПК-8. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

ПК-8. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации о новейших фундаментальных и прикладных разработках, а также инновационных технологиях.

ПК-9. Работать с научной, технической и патентной литературой, электронными базами данных.

ПК-9. Анализировать научную, научно-техническую, нормативную и справочную литературу, включая электронные базы данных.

ПК-16. Готовить доклады, материалы к презентациям и представлять на них.

ПК-17. Готовить доклады, материалы к презентациям и представлять на них.

ПК-17. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

ПК-18. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

ПК-18. Владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, современными средствами телекоммуникаций.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- теоретические основы генерирования и регистрации аналитического сигнала для соответствующих методов анализа;
- принцип действия и технические возможности основных типов соответствующего аналитического оборудования;
- характер научных и практических задач, решаемых с помощью различных физико-химических методов анализа;
- характер данных, получаемых с помощью этих методов;
- основные метрологические характеристики соответствующих методов;
- основные приемы пробоотбора и пробоподготовки различных реальных объектов для последующего инструментального анализа.

уметь:

- делать осознанный выбор адекватного метода анализа, с учетом особенностей аналита, анализируемого объекта и поставленной задачи;
- обращаться с представленными на лабораторном практикуме типами аналитического оборудования;
- проводить обработку и интерпретацию первичных экспериментальных данных, полученных с использованием изучаемых методов анализа.

владеть:

- общей методологией и навыками проведения аналитических исследований на представленных в лабораторном практикуме типах электрохимического, фотометрического и хроматографического оборудования.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 6 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Физико-химические методы анализа» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 220 часов (направления специальности: 1-31 05 01-01 Химия (научно-производственная деятельность), 1-31 05 01-02 Химия (научно-педагогическая деятельность), 1-31 05 01-03 Химия (фармацевтическая деятельность)), 204 часа (специальности: 1-31 05 04 Фундаментальная химия, 1-31 05 03 Химия высоких энергий, 1-31 05 02 Химия лекарственных соединений, направления специальности: 1-31 05 01-04 Химия (охрана окружающей среды)), в том числе 102 аудиторных часа, из них: лекции – 36 часов, семинарские занятия – 18 часов, практические занятия – 10 часов, лабораторные занятия – 32 часа, управляемая самостоятельная работа – 6 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Общая характеристика физико-химических методов анализа

Физико-химические методы анализа как раздел современной аналитической химии: определение, этапы развития, классификация, решаемые задачи, место среди других методов анализа.

Основные проблемы современной аналитической химии: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности; обеспечение экспрессности; создание методов неразрушающего анализа; локальный анализ; дистанционный анализ. Тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, миниатюризация, увеличение доли физических и биохимических методов, переход к многокомпонентному анализу, создание сенсоров и тест-методов.

2. Электрохимические методы анализа

Общая характеристика электрохимических методов. Основные типы электрохимических ячеек (электролитическая ячейка, гальванический элемент) и их использование в электрохимических методах анализа. Механизм возникновения межфазового потенциала на межфазовой границе электрод – раствор. Понятия индикаторного электрода и электрода сравнения. Водородная шкала электродных потенциалов. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах.

2.1. Потенциометрия

2.1.1. Прямая потенциометрия

Сущность метода. Зависимость межфазового потенциала от активности ионов в растворе. Условие Гуггенгейма. Уравнение Нернста.

Э.д.с. гальванической ячейки как сумма межфазовых потенциалов. Правила знаков э.д.с. и электродных потенциалов. Техника измерения потенциала.

Основные типы немембранных индикаторных электродов, применяемых в прямой потенциометрии: ионно-металлические электроды, электроды второго рода, окислительно-восстановительные, газовые. Механизм функционирования и важнейшие представители.

Ионоселективные (мембранные) электроды, их классификация по типам мембран: стеклянные электроды, электроды на основе труднорастворимых кристаллических осадков с гомогенными и гетерогенными мембранами, жидкостные и пленочные электроды на основе жидких ионообменников и нейтральных переносчиков; устройство и принципы функционирования; важнейшие представители.

Основные характеристики ионоселективных электродов: наклон электродной функции, коэффициент селективности, концентрационные пределы функционирования, время отклика и факторы, их определяющие. Уравнения Никольского и Эйзенмана-Никольского.

Важнейшие электроды сравнения: принцип функционирования и конструктивные особенности. Диффузионный потенциал: причины возникновения и пути устранения. Формула Гендерсона.

Ионометрия и основные варианты ее применения: метод градуировочного графика, метод ограничивающих растворов, метод стандартного раствора, методы добавок; их сравнительная характеристика. Основные источники погрешностей метода прямой потенциометрии и пути их устранения.

Сложные устройства на основе ионоселективных электродов: газовые селективные электроды, ферментные электроды, ионоселективные полевые транзисторы. Проточный и проточно-инжекционный потенциометрический анализ.

Примеры практического применения ионометрии.

2.1.2. Потенциометрическое титрование

Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования: метод касательных, методы первой и второй производных, метод Грана. Факторы, определяющие величину скачка потенциала в кислотно-основном, комплексометрическом, осадительном и окислительно-восстановительном титровании. Использование реакций кислотно-основных, осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления.

Примеры практического применения.

Сравнительная характеристика методов прямой потенциометрии и потенциометрического титрования.

2.2. Вольтамперометрические методы

Общие принципы вольтамперометрии. Процессы, протекающие в электролитической ячейке с поляризуемым индикаторным электродом и неполяризуемым электродом сравнения. Требования к индикаторным электродам и электродам сравнения; важнейшие представители. Индикаторные электроды и классификация вольтамперометрических методов. Сравнительная характеристика ртутного каплющего электрода и твердых микроэлектродов. Трехэлектродные ячейки.

2.2.1. Классическая полярография

Схема полярографической ячейки и процессы, в ней протекающие. Полярографическая волна и характеристики ее отдельных участков. Конденсаторный, миграционный, диффузионный токи. Предельный диффузионный ток. Уравнение Ильковича.

Уравнение обратимой полярографической волны Ильковича-Гейровского. Потенциал полуволны и факторы, его определяющие. Полярографические максимумы: причины возникновения, способы устранения, возможности применения для определения поверхностно-активных веществ. Составляющие полярографического фона и их роль в проведении полярографического анализа.

Количественный и качественный полярографический анализ с использованием ртутного капающего электрода: возможности и ограничения.

Примеры практического применения.

2.2.2. Современные разновидности вольтамперометрии

Способы улучшения соотношения фарадеевского и емкостного токов: временная и фазовая селекция аналитического сигнала. Переменно-токовая полярография: синусоидальная и квадратно-волновая. Импульсная полярография: нормальная и дифференциальная. Полярография с быстрой линейной разверткой потенциала (осциллографическая). Циклическая вольтамперометрия. Инверсионная анодная полярография с накоплением.

Вольтамперометрия с использованием твердых микроэлектродов. Катодная инверсионная вольтамперометрия. Вольтамперометрия с использованием химически модифицированных электродов. Адсорбционная инверсионная вольтамперометрия.

Примеры практического применения.

Сравнительная характеристика вольтамперометрических методов с использованием ртутного капающего и твердых микроэлектродов.

2.2.3. Амперометрическое титрование

Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Амперометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами. Виды кривых титрования.

Примеры практического применения.

2.3. Кондуктометрия

Принципы кондуктометрии: удельная и эквивалентная электропроводность; уравнение Кольрауша и предельная эквивалентная электропроводность солей и ионов; схема установки. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Применение для контроля качества чистой воды, солености почв, в ионной хроматографии.

2.4. Другие электрохимические методы анализа

2.4.1. Кулонометрия

Теоретические основы. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества: электронные и химические интеграторы. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Кулонометрия при постоянном токе и постоянном потенциале. Внешняя и внутренняя генерация

кулонометрического титранта. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов. Определение конечной точки титрования. Преимущества и ограничения метода кулонометрического титрования по сравнению с другими титриметрическими методами.

Примеры практического применения.

2.4.2. Электрогравиметрия

Сущность и общая характеристика электрогравиметрических методов. Практическое применение.

2.4.3. Капиллярный электрофорез

Схема установки, понятия электроосмотического потока и электрофоретической подвижности; принципы разделения веществ по заряду и размеру.

Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов.

3. Методы, основанные на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом

Спектр электромагнитного излучения (энергия, способы ее выражения; термины, символы и единицы энергии излучения; диапазоны излучения, типы энергетических переходов). Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), поглощение, рассеяние. Классификация спектроскопических методов по энергии. Классификация спектроскопических методов на основе спектра электромагнитного излучения (атомная, молекулярная, абсорбционная, эмиссионная спектроскопия).

Спектры атомов. Основные и возбужденные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы. Правила отбора. Законы испускания и поглощения. Вероятности электронных переходов и времена жизни возбужденных состояний. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, естественная ширина.

Спектры молекул; их особенности. Схемы электронных уровней молекулы. Представление о полной энергии молекул как суммы электронной, колебательной и вращательной. Зависимость вида спектра от агрегатного состояния вещества.

Основные законы поглощения электромагнитного излучения (Бугера) и закон излучения (Ломакина-Шайбе). Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого соединения.

Аппаратура. Способы монохроматизации лучистой энергии. Классификация спектральных приборов. Характеристики спектральных приборов: дисперсия, разрешающая способность, светосила. Приемники излучения: фотоэмульсия, фотоэлементы, фотоумножители, полупроводниковые приемники излучения. Инструментальные помехи.

Шумы и отношение сигнал-шум; оценка минимального аналитического сигнала.

3.1. Методы атомной оптической спектроскопии

3.1.1. Атомно-эмиссионный метод

Принцип метода. Спектры испускания. Методы атомизации и возбуждения. Пламенный вариант метода. Другие методы возбуждения (дуговые, искровые, лазерные, пламенные) и их основные характеристики. Процессы, протекающие при возбуждении, и его механизм. Методы регистрации аналитического сигнала (спектрометрия, спектрография). Пламенные фотометры и спектрофотометры. Спектрофотометры с регистрацией полного спектра испускания. Диодная линейка. Качественный и полуколичественный атомно-эмиссионный анализ.

Количественный атомно-эмиссионный анализ. Определяемые элементы и области применения.

3.1.2. Атомно-абсорбционный метод

Методы атомизации. Пламена, их составы и характеристики. Электротермическая атомизация в графитовой кювете – платформе Львова. Гидридный метод и метод холодного пара. Атомно-абсорбционные спектрофотометры. Эффекты Лоренца и Доплера и их значение для выбора источника излучения. Источники излучения: лампы Уолша, источники сплошного излучения с использованием дифракционной решетки и др. Сравнительная метрологическая характеристика эмиссионного и абсорбционного методов и области их применения.

3.2. Методы молекулярной оптической (УФ и видимой) спектроскопии

3.2.1. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия)

Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Связь оптической плотности с концентрацией. Закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Отклонения от закона, их причины (химические; температура, эффекты, обусловленные растворителем, рассеяние света, монохроматизация излучения). Понятие об истинном и кажущемся молярном коэффициенте поглощения. Инструментальные погрешности; оптимальный интервал измеряемых значений оптической плотности.

Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Анализ многокомпонентных систем. Фотометрическое титрование.

Методы получения поглощающих сред. Реакции комплексообразования с органическими и минеральными лигандами. Органические реагенты. Применение органических реакций для получения

окрашенных соединений. Биохимический анализ в медицине. Применение экстракции для получения окрашенных соединений. Экстракционно-фотометрический анализ Катионные и анионные красители для получения окрашенных ионных ассоциатов. Другие типы реакций в молекулярно-абсорбционном анализе. Понятие контрастности фотометрических реакций.

Примеры практического применения метода.

Применение метода для исследования реакций (комплексообразования, протолитических, агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения.

3.2.2. Молекулярная люминесцентная спектроскопии

Общая классификация молекулярной люминесценции (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция, фотолюминесценция). Схема Яблонского. Флуоресценция и фосфоресценция. Закон Стокса-Ломмеля. Правило зеркальной симметрии Левшина. Тушение люминесценции. Эффект Шпольского.

Сравнение возможностей молекулярной абсорбционной и люминесцентной (собственная люминесценция) спектроскопии при определении неорганических соединений. Преимущества люминесцентной спектроскопии при идентификации и определении органических соединений.

3.2.3. Другие оптические методы анализа

Нефелометрический и турбидиметрический методы: теоретические основы, приборное оформление, основные объекты анализа, сравнительная характеристика. Рефрактометрия. Поляриметрия.

3.3. Методы, основанные на радиоактивности

Методы, основанные на собственной радиоактивности. Метод изотопного разбавления. Активационные методы анализа.

4. Хроматографические методы анализа

Определение хроматографии. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Основные аналитические параметры хроматограммы: время (объем) удерживания, ширина пика у основания, площадь пика, степень разделения. Основные уравнения хроматографии. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Теория теоретических тарелок. Кинетическая теория. Уравнение Ван-Деемтера. Разрешение как фактор оптимизации хроматографического процесса. Качественный и количественный хроматографический анализ.

4.1. Газовая хроматография

Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостная хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Схема газового хроматографа. Колонки, неподвижные и подвижные фазы. Основные типы детекторов: катарометр, пламенно-ионизационный, электрозахватный, масс-спектральный; их чувствительность и селективность. Способы получения летучих соединений. Области применения газовой хроматографии.

4.2. Жидкостная хроматография.

Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность.

4.2.1. Адсорбционная жидкостная хроматография

Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Модифицированные силикагели как сорбенты. Подвижные фазы и принципы их выбора. Области применения адсорбционной жидкостной хроматографии.

4.2.2. Ионная хроматография

Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие. Ионная хроматография как вариант высокоэффективной ионообменной хроматографии. Особенности строения и свойства сорбентов для ионной хроматографии. Одноколоночная и двухколоночная ионная хроматография, их преимущества и недостатки. Ионохроматографическое определение катионов и анионов. Ион-парная и лигандообменная хроматография. Общие принципы. Подвижные и неподвижные фазы. Области применения.

4.2.3. Другие виды жидкостной хроматографии

Эксклюзионная хроматография. Общие принципы метода. Подвижные и неподвижные фазы. Особенности механизма разделения. Определяемые вещества и области применения метода.

Плоскостная хроматография. Общие принципы разделения. Способы получения плоскостных хроматограмм (восходящий, нисходящий, круговой, двумерный). Реагенты для проявления хроматограмм.

Бумажная хроматография. Механизмы разделения. Подвижные фазы. Преимущества и недостатки.

Тонкослойная хроматография. Механизмы разделения. Сорбенты и подвижные фазы. Области применения.

5. Основные объекты анализа

Биологические и медицинские объекты. Аналитические задачи в этой области. Санитарно-гигиенический контроль.

Объекты окружающей среды: воздух, природные и сточные воды, почвы, донные отложения. Характерные особенности и задачи их анализа.

Сельскохозяйственные объекты: продукция растениеводства и животноводства, почвы, минеральные удобрения и пестициды, корма. Ветеринарный биохимический анализ.

Промышленные объекты. Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Вещества особой чистоты (в том числе полупроводниковые материалы и др.). Растворы, рассолы, электролиты. Природные и синтетические органические вещества и элементоорганические соединения, полимеры. Нефтехимия. Анализ сырья и готовой продукции. Мониторинг технологических процессов.

Атомные материалы. Определение тория, урана, плутония, трансплутониевых элементов и некоторых продуктов деления.

Геологические объекты. Анализ силикатов, карбонатов, железных, никель-кобальтовых руд, полиметаллических руд.

Специальные объекты анализа: токсичные и радиоактивные вещества, токсины в пищевых продуктах, наркотики, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические объекты.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Общая характеристика физико-химических методов анализа	1					дискуссия
2	Электрохимические методы анализа	14	4	8	8	2	
2.1	<i>Потенциометрия</i>						
2.1.1	Прямая потенциометрия	4	2	2	4		коллоквиум, защита отчета по лабораторной работе
2.1.2	Потенциометрическое титрование	4	2	2	4		коллоквиум, защита отчета по лабораторной работе, тест №1 по разделу 2.1
2.2	<i>Вольтамперометрические методы</i>						
2.2.1	Классическая полярография	2		1			коллоквиум
2.2.2	Современные разновидности вольтамперометрии	1		1			реферат
2.2.3	Амперометрическое титрование	1					дискуссия
2.3	Кондуктометрия	1		1			коллоквиум
2.4	Другие электрохимические методы анализа: 2.4.1. Кулонометрия 2.4.2. Электрогравиметрия	1		1		2	контрольная работа № 1 по разделу 2, реферат

	2.4.3. Капиллярный электрофорез						
3	Методы, основанные на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом	12	4	4	20	2	
3.1	<i>Методы атомной оптической спектроскопии</i>						
3.1.1.	Атомно-эмиссионный метод	2	1	1	5		коллоквиум, защита отчета по лабораторной работе
3.1.2	Атомно-абсорбционный метод	2	1	1	5		коллоквиум, защита отчета по лабораторной работе
3.2	<i>Методы молекулярной оптической спектроскопии</i>						
3.2.1	Молекулярная абсорбционная спектроскопия	2	2	1	10		коллоквиум, защита отчета по лабораторной работе
3.2.2	Молекулярная люминесцентная спектроскопии	2		1			коллоквиум, дискуссия, реферат
3.2.3	Другие оптические методы анализа: 1. Нефелометрия и турбидиметрия 2. Рефрактометрия 3. Поляриметрия	2					коллоквиум, тест № 2 по разделу 3.2.3
3.3	Методы, основанные на радиоактивности	2				2	контрольная работа № 2 по разделу 3
4	Хроматографические методы анализа	8	2	4	4	2	
4.1	Газовая хроматография	2	2	2	4		коллоквиум, защита отчета по лабораторной работе
4.2	<i>Жидкостная хроматография</i>						
4.2.1	Адсорбционная жидкостная хроматография	2		1			коллоквиум
4.2.2	Ионная хроматография	2					дискуссия, реферат

4.2.3	Другие виды жидкостной хроматографии	2		1		2	контрольная работа № 3 по разделу 4
5	Основные объекты анализа	1		2			итоговый тест на образовательном портале
	Итого:	36	10	18	32	6	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Основы аналитической химии / под ред. Ю.А. Золотова. В 2-х кн. – М.: Высшая школа, 2018. – 361, 503 с.
2. Аналитическая химия. Проблемы и подходы / под ред. Р. Кельнера, Ж-М. Мерме, М. Отто и М. Видмера. В 2-х т. – М.: Мир, 2004. – 608, 728 с.
3. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х ч. – М.: Высшая школа, 2017. – 320, 384 с.
4. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. В 2-х т. – М.: Мир, 2019. – 480, 438 с.
5. Фритц Дж., Шенк Г. Количественный анализ. – М.: Мир, 1978. – 557 с.
6. Юинг Г. Инструментальные методы химического анализа. – М.: Мир, 1989. – 608 с.
7. Кунце У., Шведт Г. Основы качественного и количественного анализа. – М.: Мир, 1997. – 424 с.
8. Брицке М.Э. Атомно-абсорбционный спектрохимический анализ. – М.: Химия, 1982. – 224 с.
9. Кристиан Г. Аналитическая химия. В 2-х т. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. – 623, 504 с.
10. Ляликов Ю.С. Физико-химические методы анализа. – М.: Химия, 1974. – 536 с.

Перечень дополнительной литературы

1. М. Отто. Современные методы аналитической химии. В 2-х т. – М.: Техносфера, 2003. – 412, 281 с.
2. Пиккеринг У.Ф. Современная аналитическая химия. – М.: Химия, 1977. – 558с.
3. Петерс Д., Хайес Дж., Хифтье Г. Химическое разделение и измерение: теория и практика аналитической химии. В 2-х кн. – М.: Химия, 1978. – 816 с.
4. Золотов Ю.А. Аналитическая химия: проблемы и достижения. – М.: Наука, 1992. – 288 с.
5. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. – М.: Мир, 2001. – 268 с.

6. Практическое руководство по физико-химическим методам анализа / под ред. И.П. Алимарина и В.М. Иванова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. – 230 с.
7. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: химия, 1989. – 448 с.
8. Дёрффель К. Статистика в аналитической химии. – М.: Мир, 1994. – 268 с.
9. Будников Г.К., Майстренко В.Н., Вяселев М.Р. Основы современного электрохимического анализа. – М.: Мир: Бином ЛЗ, 2003. – 592 с.
10. Электроаналитические методы. Теория и практика / под ред. Ф. Шольца. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 326 с.
11. Лопатин Б.А. Теоретические основы электрохимических методов анализа. – М.: Высшая школа, 1975. 295 с.
12. Сонгина О.А., Захаров В.А. Амперометрическое титрование. – М.: Химия, 1979. – 304 с.
13. Будников Г.К., Улахович Н.А., Медянцева Э.П. Основы аналитической химии. – Казань: изд-во Казанского университета, 1986. – 288 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

При выставлении оценки за отчеты по лабораторным работам учитывается: достоверность и точность полученных экспериментальных результатов, правильность их письменного оформления, владение теоретическим материалом, лежащим в основе данной лабораторной работы.

Оценка за контрольные работы выставляется исходя из правильности, полноты и точности ответов, корректности расчётов и соблюдения метрологических требований к ним (для расчётных заданий).

При оценивании рефератов обращается внимание на: соответствие содержания теме, полноту её раскрытия, структуру и последовательность изложения, источники и их интерпретацию, корректность сделанных выводов и правильность оформления. Также оценивается оригинальность текста реферата с помощью системы «Антиплагиат».

Оценивание дискуссий и коллоквиумов проводится с учетом полноты ответов, наличия аргументов, логических выводов, а также примеров из практики.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Физико-химические методы анализа» учебным планом предусмотрен зачет.

По результатам изучения дисциплины формируется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- оценки за отчеты по лабораторным работам и коллоквиумам – 20 %;
- выполнение контрольной работы № 1 – 10 %;
- выполнение контрольной работы № 2 – 10 %;
- выполнение контрольной работы № 3 – 10 %;
- дискуссии – 10%;
- рефераты – 10 %;
- тесты № 1, 2 – 10 %
- итоговый тест на образовательном портале – 20%.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов Вес оценки по текущей успеваемости составляет 30 %, экзаменационная оценка – 70 %.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Раздел 2. Электрохимические методы анализа (2 ч)

1. Задание, формирующее достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания

Найти в литературных источниках, включая периодические издания, от 2 до 5 практически применяемых ионселективных электродов для определения анионов и катионов.

2. Задание, формирующее компетенции на уровне воспроизведения

Подобрать электрохимический метод анализа, наиболее подходящий для определения катионов редкоземельных элементов.

3. Задание, формирующее компетенции на уровне применения полученных знаний.

Составить подробный план определения содержания глюкозы в образце крови человека, включая стадию пробоподготовки.

Форма контроля – реферат (по собственному выбору из списка, предложенного преподавателем).

Раздел 3. Методы, основанные на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом (2 ч)

1. Задание, формирующее достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания

Найти в литературных источниках, включая периодические издания, от 2 до 5 практически применимых оптических методов анализа для определения неметаллов.

2. Задание, формирующее компетенции на уровне воспроизведения

Составить описание отобранных методов в форме мини-реферата объёмом от 4 до 8 страниц, не считая титульного листа и списка литературы.

3. Задание, формирующее компетенции на уровне применения полученных знаний.

Сформулировать выводы о достоинствах и недостатках, предпочтительности того или иного метода в различных объектах исследования.

Форма контроля – реферат (по собственному выбору из списка, предложенного преподавателем).

Раздел 4. Хроматографические методы анализа (2 ч)

1. Задание, формирующее достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания

Найти в литературных источниках, включая периодические издания, от 2 до 5 практически применимых хроматографических методик анализа для определения органических веществ.

2. Задание, формирующее компетенции на уровне воспроизведения

Проклассифицировать отобранные методики в соответствии со всеми общепринятыми классификациями в хроматографическом анализе.

3. Задание, формирующее компетенции на уровне применения полученных знаний.

Сформулировать выводы о достоинствах и недостатках, предпочтительности той или иной хроматографической методики в анализе конкретного объекта исследования.

Форма контроля – реферат (по собственному выбору из списка, предложенного преподавателем).

Примерная тематика лабораторных работ

Лабораторная работа № 1. Потенциометрическое титрование.

Кислотно-основное титрование. Определение индивидуальных кислот (соляной, уксусной, борной); определение соляной и уксусной кислот при совместном присутствии.

Окислительно-восстановительное титрование. Определение содержания железа в сплаве бихроматометрическим методом.

Лабораторная работа № 2. Ионметрия.

Определение содержания нитратов в почве или овощах.

Определение содержания фторидов в солях и в питьевой воде.

Лабораторная работа № 3. Атомно-эмиссионный анализ. Пламенно-фотометрическое определение содержания калия и натрия в доломите методом градуировочного графика.

Лабораторная работа № 4. Атомно-абсорбционный анализ. Определение металлов (железа, меди) в сплавах методом градуировочного графика.

Лабораторная работа № 5,6. Молекулярно-абсорбционный анализ.

Определение содержания железа в сплаве роданидным методом.

Определение перманганат- и дихромат-ионов при совместном присутствии.

Лабораторная работа № 7. Газовая хроматография. Определение поправочных коэффициентов, изучение влияния силы моста детектора на чувствительность определения, зависимости степени разделения, числа теоретических тарелок и высоты эквивалентной теоретической тарелке от температуры колонки.

Примерная тематика семинарских занятий

Семинар № 1. Потенциометрия. Прямая потенциометрия.

Семинар № 2. Потенциометрия. Потенциометрическое титрование.

Семинар № 3. Вольтамперометрия.

Семинар № 4. Кондуктометрия. Кулонометрия. Электрогравиметрия. Капиллярный зонный электрофорез.

Семинар № 5. Методы атомной спектроскопии.

Семинар № 6. Методы молекулярной спектроскопии. Молекулярно-абсорбционный анализ. Молекулярная люминесценция.

Семинар № 7. Газовая хроматография.

Семинар № 8. Жидкостная хроматография.

Семинар № 9. Тестирование по пройденному материалу с использованием LMS Moodle.

Примерная тематика контрольных работ

Контрольная работа № 1.

Электрохимические методы анализа.

Контрольная работа № 2.

Методы, основанные на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом.

Контрольная работа № 3.

Хроматографические методы анализа.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется **эвристический подход**, который предполагает:

- демонстрацию многообразия решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем.

При организации образовательного процесса используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержание образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;

- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов;

- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

При организации образовательного процесса используется **метод учебной дискуссии**, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме.

Использование метода обеспечивает появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения.

При организации образовательного процесса **используются методы и приемы развития критического мышления**, которые представляют собой систему, формирующую навыки работы с информацией в процессе чтения и письма; понимания информации как отправного, а не конечного пункта критического мышления.

При организации образовательного процесса **используется метод группового обучения**, который представляет собой форму организации учебно-познавательной деятельности обучающихся, предполагающую

функционирование разных типов малых групп, работающих как над общими, так и специфическими учебными заданиями.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

При самостоятельной работе студенты используют предоставленные им в электронной форме преподавателем и размещённые на образовательном портале учебную программу по дисциплине, тексты лекций, учебные пособия по дисциплине, методические указания к лабораторным занятиям, контрольные вопросы для подготовки к экзамену, темы рефератов, а также сторонние информационные ресурсы, рекомендованные преподавателем. Контроль осуществляется в форме контрольных работ, устных и письменных отчетов по лабораторным работам, тестирования с использованием дистанционных технологий, а также рефератов.

Темы реферативных работ

Выбор тематики для написания реферата возможен как из предложенного списка, так и по собственному усмотрению студента с предварительным согласованием темы с преподавателем.

Электрохимические методы анализа

1. Амперометрическое титрование.
2. Анионселективные жидкостные и пленочные электроды в анализе биологических объектов.
3. Анионселективные электроды на основе высших четвертичных аммониевых солей.
4. Влияние посторонних веществ на функционирование ионоселективных электродов.
5. Вольтамперометрия. Электроды в вольтамперометрии.
6. Жидкостные и пленочные ионоселективные электроды.
7. Инверсионная вольтамперометрия.
8. Инверсионная и переменного-тока полярография.
9. Капиллярный электрофорез – современный высокочувствительный метод анализа.
10. Катионселективные жидкостные и пленочные электроды на основе жидких катионитов и ионных ассоциатов.
11. Количественные методы в потенциометрии (метод градуировочного графика, добавок, Грана, потенциометрическое титрование).

12. Кондуктометрия и ее применение в анализе и в физико-химических исследованиях.
13. Кулонометрический анализ.
14. Неводное кислотнo-основное потенциометрическое титрование и его применение в анализе.
15. Нитрат-селективный электрод и его применение.
16. Полярографическое определение органических соединений.
17. Полярография как одна из разновидностей вольтамперометрии.
18. Стекланные электроды для определения рН и их применение в анализе различных объектов.
19. Твердые электроды на основе труднорастворимых соединений.
20. Теория селективности ИСЭ.
21. Ферментные электроды.
22. Электроды на основе стекол для определения ионов металлов.
23. Электроды сравнения в потенциометрии.

Спектроскопические методы анализа

24. Атомно-абсорбционный анализ и его аналитические возможности.
25. Атомно-флуоресцентная спектроскопия.
26. Атомно-эмиссионные методы определения элементов. Виды атомизации и возбуждения элементов.
27. Инфракрасная спектроскопия.
28. Масс-спектральный анализ и его аналитическое применение.
29. Методы молекулярно-абсорбционного определения веществ.
30. Получение поглощающих сред в фотометрическом анализе.
31. Способы атомизации в атомно-абсорбционном анализе.
32. УФ-спектрометрия в анализе.
33. Флуоресцентный анализ и его применение в аналитической химии.
34. Экстракционно-фотометрический анализ.
35. Экстракционно-фотометрическое определение металлов при анализе объектов окружающей среды.

Хроматографические методы анализа

36. Высокоэффективная жидкостная хроматография и ее применение в анализе.
37. Высокоэффективная хроматография.
38. Газовая хроматография и ее особенности.

39. Гель-хроматография.
40. Детекторы в хроматографии.
41. Ионная хроматография.
42. Ионная хроматография в анализе объектов окружающей среды.
43. Капиллярная газовая хроматография и ее применение в анализе объектов окружающей среды.
44. Обзор хроматографических методов анализа.
45. Разновидности и области применения газовой хроматографии.
46. Теория ГЖХ метода.
47. Хромато-масс-спектральный анализ.
48. Хроматографические материалы.

Другие физико-химические методы анализа

49. Гибридные методы в аналитической химии.
50. Инфракрасная спектроскопия в аналитической химии.
51. Кинетические методы анализа.
52. Компьютерные методы в аналитической химии.
53. Методы анализа, основанные на радиоактивности.
54. Проточно-инжекционный анализ.
55. Процесс анализа: выбор методики, пробоотбор, консервирование, транспортировка и хранение, пробоподготовка, определение, обработка данных.
56. Селективность и пределы обнаружения в физико-химических методах анализа.
57. С-изотопный анализ археологических объектов.
58. Термический анализ.
59. Экспрессные методы анализа.

Аналитическая химия элементов, классов соединений, объектов

60. Задачи аналитической химии и их значение для общества.
61. Метод ВЭЖХ в анализе лекарственных объектов.
62. Методы анализа продуктов питания.
63. Методы анализа минеральных удобрений.
64. Методы определения бария, стронция и бериллия.
65. Методы определения белков.
66. Методы определения канцерогенных веществ – нитрозоаминов, полициклических углеводородов и др.
67. Методы определения лития, рубидия и цезия.
68. Методы определения общего содержания органических веществ.

69. Методы определения радионуклидов U^{238} , Sr^{90} и др.
70. Молекулярно-абсорбционный анализ в биохимических исследованиях.
71. Нефтехимический анализ.
72. Потенциометрическое определение электролитов плазмы крови и других биологических жидкостей.
73. Решение аналитических проблем в науке об окружающей среде.
74. Физико-химические методы анализа в криминалистике.
75. Физико-химические методы анализа цветных сплавов.
76. Физико-химические методы анализа черных сплавов.
77. Физико-химические методы определения азотсодержащих соединений.
78. Физико-химические методы определения аминокислот.
79. Физико-химические методы определения гормонов.
80. Физико-химические методы определения драгметаллов.
81. Физико-химические методы определения железа в различных видах вод.
82. Физико-химические методы определения кадмия и свинца.
83. Физико-химические методы определения калия и натрия в физиологических объектах.
84. Физико-химические методы определения кобальта, никеля, цинка, марганца.
85. Физико-химические методы определения нитратов и нитритов.
86. Физико-химические методы определения поверхностно-активных веществ.
87. Физико-химические методы определения ртути.
88. Физико-химические методы определения сахаров.
89. Физико-химические методы определения сульфатов, сульфитов, тиосульфатов, сульфидов.
90. Физико-химические методы определения тяжелых металлов.
91. Физико-химические методы определения фосфорсодержащих соединений.
92. Физико-химические методы определения цианидов и роданидов.
93. Физико-химические методы определения хлоридов, бромидов, иодидов в объектах окружающей среды.
94. Физико-химические методы определения элементов подгруппы мышьяка.
95. Экспрессные методы анализа.
96. Электрохимические методы определения алюминия и железа.

97. Электрохимические методы определения щелочных металлов.
98. Элементный органический анализ.
99. Ультрамикроданализ.
100. Современные тенденции и перспективы развития физико-химических методов анализа.

Примерный перечень вопросов к экзамену

В данном списке приведены только теоретические вопросы. Кроме них, студенту предлагается также практико-ориентированная ситуационная задача, аналогичная заданиям, разобранным на лабораторных и семинарских занятиях в течение семестра.

1. Аналитическая химия: основные задачи, проблемы, тенденции развития на современном этапе. Физико-химические методы анализа – раздел современной аналитической химии.
2. Характеристика основных типов электрохимических ячеек (электролитическая ячейка, гальванический элемент) и их использование в электрохимических методах анализа. Классификация электрохимических методов анализа по типу и условиям получения аналитического сигнала.
3. Сущность потенциометрического метода анализа. Механизм возникновения потенциала на границе металл – раствор и других межфазовых границах. Условие Гуттенгейма. Уравнение Нернста.
4. Понятия электродного потенциала и э.д.с. гальванической ячейки. Водородная шкала потенциалов. Схематическое изображение электродов и гальванических ячеек. Правила знаков э.д.с. и электродных потенциалов.
5. Вторичные электроды сравнения: устройство и особенности функционирования. Диффузионный потенциал и способы его устранения. Анализ формулы Гендерсона.
6. Ионно-металлические и окислительно-восстановительные электроды: механизм функционирования, важнейшие представители, применение в анализе.
7. Мембранные (ионоселективные) электроды: классификация по типам мембран и электродно-активных веществ. Устройство, принцип функционирования и основные представители.
8. Основные характеристики ионоселективных электродов: коэффициенты селективности, нижний и верхний пределы обнаружения и методы их определения.
9. Стекланные электроды для рН-метрии и определения ионов щелочных металлов: устройство и механизм функционирования, факторы, ответственные за селективность. Уравнения Никольского и Эйзенмана-Никольского.
10. Электроды на основе труднорастворимых осадков: устройство, механизм функционирования и важнейшие представители. Факторы,

ответственные за селективность и нижний предел обнаружения. Примеры применения в анализе и научных исследованиях.

11. Электроды на основе жидких ионообменников: устройство, механизм функционирования и важнейшие представители. Факторы, определяющие селективность и пределы функционирования. Примеры применения в анализе.

12. Электроды на основе нейтральных переносчиков: устройство, механизм функционирования и важнейшие представители. Факторы, определяющие селективность и пределы функционирования. Примеры применения в анализе.

13. Сложные устройства на основе ионоселективных электродов: газовые селективные электроды, ферментные электроды, ионоселективные полевые транзисторы.

14. Основные варианты метода прямой потенциометрии: метод градуировочного графика, метод ограничивающих растворов, метод стандартного раствора, методы добавок, метод Грана. Их достоинства и недостатки.

15. Анализ кривых потенциометрического титрования. Факторы, определяющие высоту скачка потенциала в кислотно-основном, осадительном, комплексометрическом и окислительно-восстановительном титровании. Практические способы установления точки эквивалентности.

16. Основные источники погрешностей при работе с ионоселективными электродами и способы их устранения. Проточно-инжекционный анализ.

17. Принципиальная схема полярографической установки. Полярографическая волна, характеристика ее отдельных участков. Полярографический спектр.

18. Составляющие полярографируемого раствора и их роль в проведении полярографического анализа.

19. Полярографические максимумы, причины их возникновения, способы устранения и применение для определения ПАВ.

20. Количественный полярографический анализ. Уравнение Ильковича.

21. Качественный полярографический анализ. Уравнение обратимой полярографической волны. Способы нахождения потенциала полуволны.

22. Твердые микроэлектроды и их применение в полярографии, достоинства и недостатки по сравнению с ртутным капельным электродом.

23. Основные принципы и конкретные пути повышения чувствительности и селективности полярографического анализа.

Дифференциальная, переменного тока, осциллографическая, инверсионная, импульсная вольтамперометрия.

24. Полярографический метод анализа, общая характеристика. Применение полярографии для определения неорганических и органических соединений.

25. Сущность амперометрического титрования. Типы кривых амперометрического титрования. Амперометрические сенсоры: устройство, принцип действия, области применения.

26. Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование и их аналитическое применение.

27. Кулонометрия и кулонометрическое титрование. Способы нахождения количества перенесенного электричества. Практическое применение для определения металлов, окислителей и восстановителей в различных объектах. Электрогравиметрия.

28. Капиллярный электрофорез: принцип метода, схема установки, применение в анализе.

29. Классификация методов анализа, основанных на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом, по длинам волн и энергии поглощаемого (испускаемого) излучения.

30. Спектральные термы и электронные спектры атомов. Спектры молекул: их вид и связь со строением веществ.

31. Закон Бугера-Ламберта-Бера: дифференциальная и интегральная форма; условия соблюдения и причины нарушения. Оптическая плотность и пропускание; оптимальная оптическая плотность.

32. Атомно-эмиссионный метод анализа: история создания; спектрография и спектрофотометрия; основные узлы прибора; методы атомизации и возбуждения; спектральные и физико-химические помехи и способы их устранения; сфера применения и аналитические характеристики.

33. Атомно-абсорбционный метод анализа: основные узлы прибора; пламенный и электротермический методы атомизации; метод холодного пара и гидридный метод; спектральные и физико-химические помехи и пути их устранения; сфера применения и аналитические характеристики.

34. Сопоставительная характеристика атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов анализа.

35. Молекулярный абсорбционный анализ по поглощению в видимой и УФ области.

36. Методы получения поглощающих сред. Контрастность, чувствительность, селективность аналитической реакции. Колориметрия и фотоэлектроколориметрия.

37. Экстракционно-фотометрический метод анализа. Важнейшие типы экстракционных систем. Основные количественные характеристики процессов экстракции.

38. Спектрофотометрический метод анализа: основные узлы спектрофотометра; сфера применения и аналитические характеристики метода. Дифференциальная спектрофотометрия.

39. Люминесцентный метод анализа: типы люминесценции (по характеру возбуждения, по типу свечения); основные законы люминесценции; диаграмма Яблонского; связь способности веществ люминесцировать с их строением.

40. Принципиальное устройство флуориметра; уравнение связи аналитического сигнала с концентрацией; тушение люминесценции; сфера применения и аналитические характеристики; сопоставление с спектрофотометрией.

41. Нефелометрический и турбидиметрический методы анализа: сущность методов, устройство приборов; уравнения связи аналитических сигналов с концентрацией; сфера применения и сопоставительная характеристика методов.

42. Рефрактометрический метод анализа: принцип метода, сферы применения, основные аналитические характеристики.

43. Поляриметрический метод анализа: принцип метода, сферы применения, основные аналитические характеристики.

44. Определение веществ по собственной радиоактивности: принцип метода; основные уравнения; примеры практического применения. Радиоизотопное датирование.

45. Метод изотопного разбавления в химическом анализе и методы анализа, основанные на вторичной радиоактивности. Сущность и основные сферы применения.

46. История создания хроматографического метода и классификация по природе подвижной и неподвижной фаз, способам осуществления процесса, перемещения сорбата вдоль сорбента, природе процесса, цели процесса.

47. Газовая хроматография: основные узлы газового хроматографа; требования к газу-носителю, адсорбенту, жидкой неподвижной фазе. Методы получения летучих веществ из нелетучих. Деривативная и деструктивная хроматография. Основные сферы применения.

48. Основные типы детекторов, применяемых в газовой хроматографии: принцип действия и сопоставительная характеристика.

49. Кинетическая теория хроматографического процесса. Уравнение Ван Деемтера и его анализ.
50. Основные параметры хроматограммы и информация, из них извлекаемая. Расчет числа эквивалентных теоретических тарелок из хроматографических данных.
51. Факторы, ответственные за эффективность и селективность хроматографической колонки. Уравнение связи степени разрешения пиков с параметрами эффективности и селективности.
52. Адсорбенты и носители жидкой неподвижной фазы в жидкостной и высокоэффективной жидкостной хроматографии. Элюирующая сила растворителя. Градиентное элюирование.
53. Основные типы детекторов, применяемых в жидкостной хроматографии: принцип действия и сопоставительная характеристика.
54. Высокоэффективная жидкостная хроматография: отличительные особенности метода и основные сферы применения.
55. Ионообменная, ионная и ион-парная хроматография: принципы разделения и детектирования; основные сферы применения.
56. Капиллярная хроматография: принцип осуществления метода и аналитические характеристики.
57. Плоскостная хроматография: варианты осуществления, основные количественные соотношения, решаемые задачи.
58. Эксклюзионная хроматография: принцип; варианты осуществления; основные количественные соотношения; сферы применения.
59. Методы идентификации и количественного определения веществ в хроматографии.
60. Стратегия выбора оптимального метода и методики для анализа реальных объектов.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 202_ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
