

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Л. Толстик

« 28 »

2015 г.

Регистрационный № УД- 1371 /уч.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей

1-31 05 02 Химия лекарственных соединений

1-31 05 03 Химия высоких энергий

1-31 05 04 Фундаментальная химия

Минск

2015 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 05 02-2013, ОСВО 1-31 05 03-2013, ОСВО 1-31 05 04-2013 и учебных планов УВО №G 31-145/уч., №G31-146/уч. и №G31-147.6/уч.

СОСТАВИТЕЛИ:

В. В. Егоров, профессор кафедры аналитической химии Белорусского государственного университета, доктор химических наук, профессор;

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Стрельцов Е. А., заведующий кафедрой электрохимии Белорусского государственного университета;

Кулак А. И., заместитель директора Государственного научного учреждения «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой аналитической химии Белорусского государственного университета (протокол № 15 от 30.05.2015 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 29.06.2015 г.)



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В современном мире подавляющее большинство задач, связанных с получением информации о качественном и количественном химическом составе различных объектов, решается с помощью физико-химических методов анализа (оптических, хроматографических, электрохимических и др.). Поэтому физико-химические методы анализа являются важнейшим разделом современной аналитической химии, изучение которого совершенно необходимо для подготовки квалифицированных специалистов-химиков.

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

Задачи курса:

формирование у студентов системных знаний 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;

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

формирование у студентов соответствующего кругозора, позволяющего 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.

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» является государственным компонентом при подготовке специалистов по специальностям 1-31 05 02 Химия лекарственных соединений и 1-31 05 04 Фундаментальная химия и компонентом УВО для специальности 1-31 05 03 Химия высоких энергий, она относится к сфере естественно-научных дисциплин (химия, физика) и использует их новейшие достижения. Преподавание курса базируется на общетеоретической подготовке, полученной студентами при изучении курсов физики, неорганической, физической, органической и аналитической (химические методы анализа) химии.

Программой курса предусмотрены лекционные, семинарские, лабораторные и практические занятия, которые должны быть обеспечены техническими средствами обучения, наглядными материалами соответствующим лабораторным оборудованием и реактивами. Лекционный курс охватывает следующий круг вопросов:

электрохимические методы анализа (потенциометрические, вольтамперометрические, кулонометрические, кондуктометрические и др.);

методы, основанные на взаимодействии электромагнитного взаимодействия с веществом (атомная и молекулярная эмиссионная и абсорбционная спектроскопия, преимущественно, с использованием излучения в видимой и ближней УФ области; основные принципы ИК-спектроскопии; нефелометрия, турбидиметрия, рефрактометрия; методы, основанные на радиоактивности);

хроматографические методы анализа (газовая, жидкостная, ионная, эксклюзионная колоночная хроматография; плоскостная хроматография).

Лабораторный практикум предусматривает овладение навыками работы на основных типах приборов, используемых в электрохимических, оптических и хроматографических методах анализа, приготовления стандартных растворов, используемых для градуировки приборов, и проведения количественного анализа различных объектов (сплавы, почвы, продукты питания и др.) на содержание целевых компонентов.

На семинарских и практических занятиях предусмотрено рассмотрение наиболее фундаментальных теоретических аспектов формирования и регистрации аналитического сигнала, лежащих в основе изучаемых физико-химических методов анализа, а также решение как типовых, так и эвристических задач, направленных на формирование профессиональной компетентности.

Часть вопросов описательного характера, перечисленных в программе, выносятся для самостоятельного изучения, в целях развития у студентов навыков работы с учебной и научной литературой, указанной в конце программы. Организация самостоятельной работы студентов осуществляется с использованием современных информационных технологий путем размещения в сетевом доступе комплекса учебных и учебно-методических материалов (рабочая программа курса, методические указания к лабораторным занятиям, тесты для самоконтроля, список рекомендуемой литературы и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов может проверяться путем текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса при выполнении лабораторных работ, семинаров, контрольных работ в традиционном и тестовом (в том числе, с использованием компьютеров) вариантах по разделам курса.

Программой предусматривается также написание реферативных работ по индивидуальным заданиям или по выбору.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен

знать:

теоретические основы генерирования и регистрации аналитического сигнала для соответствующих методов анализа;

основные типы аналитического оборудования, наиболее принципиальные технические решения;

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;

уметь:

делать аргументированный 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.

владеть:

общей методологией и основными приемами работы в аналитической лаборатории, включая операции пробоподготовки анализируемых объектов и обращение с основными типами аналитического оборудования.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен закрепить и развить следующие академические (АК) и профессиональные (ПК) компетенции, предусмотренные образовательным стандартом высшего образования первой ступени:

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

АК-2. ¹Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

ПК-1. ¹Использовать 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. ²Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, анализировать перспективы и направления развития отдельных областей химической науки.

ПК-2. ¹Проводить 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-4. Применять методы прикладной квантовой химии, молекулярной динамики и математического моделирования для предсказания свойств химических систем и их поведения в химических процессах.

ПК-5. ^{1,2}Формулировать и решать задачи, возникающие в процессе производственно-технологической деятельности. ПК-8. ³Представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями с привлечением современных средств редактирования и печати.

ПК-8. ¹Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации о новейших фундаментальных и прикладных разработках, а также инновационных технологиях. ²Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам, решениям.

ПК-9. ¹Анализировать научную, научно-техническую, нормативную и справочную литературу, включая электронные базы данных.

ПК-15. ¹Организовывать и вести переговоры с заинтересованными специалистами смежных профилей. ^{2,3}Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

ПК-17. ^{1,2}Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

Примечания: ¹ – по специальности 1-31 05 02 «Химия лекарственных соединений»; ² – по специальности 1-31 05 03 «Химия высоких энергий», ³ – по специальности 1-31 05 04 «Фундаментальная химия».

В соответствии с учебными планами учреждения высшего образования по специальностям 1-31 05 02, 1-31 05 03, 1-31 05 04 (см. обратную сторону титульного листа) общее количество часов 204, аудиторных часов 102 (лекций – 36, семинарских – 18, практических – 16, лабораторных – 32 часа).

Форма получения высшего образования – очная. Курс третий, шестой семестр.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Введение

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.

Научная и учебно-методическая литература по физико-химическим методам анализа.

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 поляризующимся индикаторным электродом и неполяризующимся электродом сравнения. Требования к индикаторным электродам и электродам сравнения; важнейшие представители. Индикаторные электроды и классификация вольтамперометрических методов. Сравнительная характеристика ртутного капающего 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 капяющего 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 капяющего 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.

3.1.3. Атомно-флуоресцентный метод

Принцип метода; особенности и значение метода (быстрый неразрушающий многоэлементный анализ); примеры использования.

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 Ламберта-Бугера-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 спектроскопия

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. Инфракрасная (ИК) спектрофотометрия и спектроскопия комбинационного рассеяния (КР)

Теоретические и методические основы ИК спектрофотометрии. Скелетные и характеристические колебания в анализе органических веществ. Идентификация органических соединений методом ИК

спектроскопии. Рассеяние излучения. Стоксовы и антистоксовы линии. Практическое применение метода спектроскопии КР.

Место и роль спектроскопических методов в аналитической химии и химическом анализе.

3.3. Другие оптические методы анализа

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

3.4. 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, электронозахватный, 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

Номер раздела, темы,	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Литература	Формы контроля знаний
		лекции	семинарские занятия	лабораторные занятия	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
	Физико-химические методы анализа (102ч)	36	18	32	16		
1	Введение. Физико-химические методы анализа как раздел современной аналитической химии.	2				[1] [6] [8] [5д]	Реферат
2	Электрохимические методы анализа.	16	8	16	8		Реферат, коллоквиум, контрольная работа
2.1	Классификация и общая характеристика электрохимических методов анализа.	2	2			[1] [4,5] [8] [10] [12д]	Доклад на сем. занятии
2.2	Потенциометрия. Сущность метода. Механизм возникновения потенциала на межфазовой границе электрод – раствор. Основные типы индикаторных электродов и электродов сравнения. Мембранный потенциал. Основные характеристики ионоселективных электродов и факторы, их определяющие. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Практическое применение.	8	4	12	6	[1] [4,5] [8] [10] [2д] [12д]	Доклад на сем. занятии, тест, защита отчетов о лабораторных работах
2.3	Вольтамперометрия и другие электрохимические методы: полярография с ртутным каплющим электродом; способы улучшения соотношения фарадеевского и емкостного токов и современные разновидности вольтамперометрии; амперометрическое титрование, кулонометрия, кондуктометрия, электрогравиметрия, капиллярный электрофорез.	6	2	4	2	[5] [6] [8] [2д] [3д] [6д] [8д] [12д]	Доклад на сем. занятии, тест, защита отчета о лабораторной работе

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Методы, основанные на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом.	12	6	12	6		Реферат, коллоквиум, контрольная работа
3.1	Основные типы взаимодействия электромагнитного излучения с веществом; спектры атомов и молекул; классификация спектроскопических методов анализа.	2	2			[1] [2] [7-9] [12] [1д]	Доклад на сем. занятии, тест
3.2	Теоретические основы атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного анализа; основные типы приборов; практическое применение. Сравнительная метрологическая характеристика.	4	2	8	4	[1] [5] [7-9] [12] [1д] [4д] [9д]	Доклад на сем. занятии, тест, защита отчета о лабораторной работе
3.3	Теоретические основы молекулярно-абсорбционного и флуоресцентного анализа; основные типы приборов; сферы практического применения и сравнительная характеристика методов. Методы получения поглощающих сред для молекулярно-абсорбционного анализа; практическое применение в анализе реальных объектов.	6	2	4	2	[2] [5] [8] [9] [4д] [7д]	Доклад на сем. занятии, тест, защита отчета о лабораторной работе
4	Хроматографические методы анализа	6	4	4	2		Реферат, коллоквиум, контрольная работа
4.1	Общая характеристика хроматографических методов анализа и их классификация; основные параметры хроматограммы; кинетическая теория.	2	2			[2] [3] [6] [8] [11д]	Доклад на сем. занятии, тест,
4.2	Важнейшие виды хроматографии. Газовая хроматография: схема газового хроматографа, основные типы детекторов; способы получения летучих соединений; области применения. Высокоэффективная жидкостная хроматография: основные узлы жидкостного хроматографа; практическое применение. Ионная, эксклюзионная, тонкослойная, бумажная хроматография: принципы осуществления и области применения.	4	2	4	2	[1-6] [8-11] [4д] [9д]	Доклад на сем. занятии, тест, защита отчета о лабораторной работе

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая учебная литература

Основная

1. 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.
2. Васильев В. П. Аналитическая химия. В 2-х ч. М.: Высшая школа. 1989. 320, 384 с.
3. В. А. Винарский. Хроматография: курс лекций. В 2 ч. Ч.1. Газовая хроматография. Мн.: БГУ, 2002. 192 с.
4. В. А. Винарский, Р. А. Юрченко. Хроматография: курс лекций. В 2 ч. Ч.2: Жидкостная хроматография. Мн.: БГУ, 2008. 163 с.
5. Дорохова Е. Н., Прохорова Г. В. Задачи и вопросы по аналитической химии. М.: Высшая школа, 2001. 268 с.
6. Кристиан Г. Аналитическая химия. В 2-х т. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 623, 504 с.
7. Кунце У., Шведт Г. Основы качественного и количественного анализа. М.: Мир, 1997. 424 с.
8. Основы аналитической химии /под ред. Ю. А. Золотова. В 2-х кн. М.: Высшая школа. 2004. 361, 503 с.
9. Отто М. Современные методы аналитической химии. В 2-х т. М.: Техносфера, 2003. 412, 281 с.
10. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. В 2-х т. М.: Мир, 1979. 480, 438 с.
11. Петерс Д., Хайес Дж., Хифтье Г. Химическое разделение и измерение: теория и практика аналитической химии. В 2-х кн. М.: Химия, 1978. 816 с.
12. Юинг Г. Инструментальные методы химического анализа. М.: Мир, 1989. 608 с.

Дополнительная

1. Брицке М. Э. Атомно-абсорбционный спектрохимический анализ. М.: Химия, 1982. 224 с.
2. Будников Г. К., Майстренко В. Н., Вяселев М. Р. Основы современного электрохимического анализа. М.: Мир: Бином ЛЗ, 2003.
3. Будников Г. К., Улахович Н. А., Медянцева Э. П. Основы аналитической химии. Казань: изд-во Казанского университета, 1986. 288 с.
4. Дёрффель К. Статистика в аналитической химии. М.: Мир, 1994. 268 с.
5. Золотов Ю. А. Аналитическая химия: проблемы и достижения. М.: Наука, 1992. 288 с.
6. Лопатин Б. А. Теоретические основы электрохимических методов анализа. М.: Высшая школа, 1975. 295 с.
7. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. М.: химия, 1989. 448 с.

8. Ляликов Ю. С. Физико-химические методы анализа. М.: Химия, 1974. 536 с.
9. 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.
10. Сонгина О. А., Захаров В. А. Амперометрическое титрование. М.: Химия, 1979. 304 с.
11. Фритц Дж., Шенк Г. Количественный анализ. М.: Мир, 1978. 557 с.
12. Электроаналитические методы. Теория и практика/ под ред. Ф. Шольца. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 326 с.

Примерная тематика лабораторных занятий

Лабораторные работы № № 1,2. **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. ***Осадительное потенциометрическое титрование.** Определение хлорида и иодида при совместном присутствии аргентометрическим методом; определение произведения растворимости иодида серебра по данным потенциометрического титрования.

Лабораторная работа № 3. **Ионометрия.** *Определение содержания нитратов в почве. *Определение содержания калия, натрия и хлорида в сыворотке крови проточно-инжекционным методом. *Определение содержания калия в почве. *Определение содержания фторидов в солях и в питьевой воде. Определение нижнего предела обнаружения и коэффициентов селективности нитрат-селективного (калий-селективного, фторид-селективного) электродов.

Лабораторная работа № 4. **Полярография.** Регистрация полярографической волны для катиона Cd^{2+} . Получение полярографического спектра смеси катионов Cd^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} . Определение содержания меди и цинка в цветных сплавах методом калибровочного графика.

Лабораторная работа № 5. **Атомно-эмиссионный анализ.** *Пламенно-фотометрическое определение содержания калия и натрия в доломите методом градуировочного графика. *Определение солей аммония, калия и магния при совместном присутствии с применением ионного обмена и фотометрии пламени.

Лабораторная работа № 6. **Атомно-абсорбционный анализ.** Определение металлов (железа, никеля, меди) в сплавах методом градуировочного графика.

Лабораторная работа № 7. **Молекулярно-абсорбционный анализ.** Определение содержания железа в сплаве роданидным методом.

Лабораторная работа № 8. **Газовая хроматография.** Определение крепости спиртных напитков методом внутреннего стандарта. 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.

*На усмотрение преподавателя.

Примерная тематика реферативных работ

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 кислотно-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 pH 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 углеводов 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.Ультрамикрoанализ.

100.Современные тенденции и перспективы развития физико-химических методов анализа.

101 – 150. Произвольный выбор

Требования к написанию и оформлению реферата

Реферат имеет строго определенную структуру:

Титульный лист (номер страницы не ставится) (см. Образец оформления титульного листа)

Содержание (с. 2)

Введение (с.3)

1. (с. 4 и т.д.)

2.

3.

Заключение

Список литературы

Объем реферата – не более 15 страниц. Текст реферата печатается 14 шрифтом через 1,5 интервала. Поля: слева – 3 см, справа – 1 см, сверху – 2 см, снизу – 2,5 см. Текст печатается с абзацами. Заголовки и подзаголовки отделяются от основного текста сверху и снизу пробелом в три интервала.

Введение занимает 1-1,5 страницы и включает постановку проблемы и ее значимость (актуальность). Во введении необходимо сформулировать цель работы.

В основной части необходимо дать содержательную характеристику проблемы. Текст основной части должен быть разделен на несколько параграфов (не менее чем на три и не более чем на пять), иметь ссылки на литературные источники.

В заключении должны быть сформулированы выводы, отражающие основные результаты работы, а также содержаться комментарии автора, отражающие его личное мнение относительно рассматриваемой проблемы;

Список литературы составляется в алфавитном порядке фамилий авторов или названий произведений (при отсутствии фамилии автора). В списке применяется общая нумерация литературных источников. При написании реферата рекомендуется обращаться к новейшим научным источникам.

При оформлении исходных данных источника указываются фамилия и инициалы автора, название работы, место издания, издательство, год издания, общее количество страниц.

Пример оформления источников в списке литературы:

Словари

Психология: Словарь / [Абраменкова В. В. и др.]; Под общ. ред. А. В. Петровского, М. Г. Ярошевского. – М.: Политиздат, 1990. – 494 с.

Большой психологический словарь / [Авдеева Н.Н. и др.]; под ред. Б.Г. Мещерякова, В.П. Зинченко. – М.: АСТ; СПб: Прайм-Еврознак, 2009. – 811 с.

Однотомные издания (с одним автором)

Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии / С.Л. Рубинштейн. – СПб.: Питер, 1998. – 705 с.

Однотомные издания (до 3-х авторов)

Куницына В.Н. Межличностное общение / В.Н. Куницына, Н.В. Казаринова, В.М. Погольша. – СПб.: Питер, 2001. – 544 с.

Однотомные издания (4 и более авторов, без автора)

Познавательные процессы и способности в обучении / Под ред. В.Д. Шадрикова. – М.: Просвещение, 1990. – 142 с.

Статьи из сборников, хрестоматий

Кон И.С. Загадка человеческого «Я» // Психология личности в трудах отечественных психологов: Хрестоматия / Л.В. Куликов [сост.]. – СПб.: Питер, 2009. – С. 374-380.

Статьи из периодических изданий

Шляпников В.Н. Исследования волевой регуляции в современной зарубежной психологии / В.Н. Шляпников // Вопросы психологии. – 2009. – № 2. – С. 135-144.

Электронные ресурсы

Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://window.edu.ru>. Дата обращения: 01.09.20014.

Образовательные ресурсы Интернета – Психология: портал [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.alleng.ru/edu/psych.htm>. Дата обращения: 01.09.2015.

Перечень рекомендуемых средств учебной диагностики

1. Доклады на семинарских занятиях.
2. Коллоквиумы.
3. Письменные отчеты по лабораторным работам с их устной защитой.
4. Тесты.
5. Контрольные работы.
6. Рефераты.
7. Экзамен.
8. Другие средства учебной диагностики, в соответствии с п. 8.6 ОСВО.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы УВО по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (номер, дата протокола)
1	2	3	4
Аналитическая химия	Кафедра аналитической химии	нет	Изменения не требуются. протокол № 15 от 30.05.2015 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на 2017/2018 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
	Изменений нет	

Программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры аналитической химии протокол № 13 « 02 » июня 2017 г.

Заведующий кафедрой, доктор химических наук,
профессор



Е.М.Рахманько

УТВЕРЖДАЮ

/ Декан химического факультета, доктор
химических наук, профессор



Д.В.Свиридов