

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
аналитической химии
химического факультета

Елисеева Т.В.



23.05.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.12 Современная аналитическая химия

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:** 04.03.02 Химия, физика и механика материалов
- 2. Профиль подготовки:** Материаловедение и индустрия наносистем
- 3. Квалификация выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** 1002 кафедра аналитической химии
- 6. Составители программы:** Хохлова Оксана Николаевна, к.х.н., доцент
- 7. Рекомендована:** НМС химического факультета № 10-03 от 27.03.2025
- 8. Учебный год:** 2027 / 2028 **Семестр(ы):** 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: обучение студентов основам современной аналитической химии.

Задачи учебной дисциплины:

- освоение теоретических основ методов современной аналитической химии применительно к анализу неорганических материалов,
- приобретение навыков выбора метода анализа в соответствии с поставленной аналитической задачей,
- приобретение знаний и навыков практического проведения анализа и интерпретации полученных результатов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Обязательная часть, Блок 1.

Требования к входным знаниям, умениям и навыкам: Данная дисциплина требует от студентов базовых знаний по курсам «Общая и неорганическая химия», «Физическая химия», «Физика».

В результате освоения дисциплины студенты должны владеть основными понятиями аналитической химии, знаниями теоретических основ современных методов анализа, их применения в химическом анализе.

Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей: является предшествующей курсу "Спектроскопические методы исследования материалов", "Микроскопические методы исследования структуры материалов", "Метрология, стандартизация и сертификация материалов".

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен использовать при решении задач профессиональной деятельности понимание теоретических основ химии, физики материалов и механики материалов	ОПК-1.1	Использует при решении задач профессиональной деятельности теоретические основы физико-химии полупроводниковых материалов	Знать: особенности качественного и количественного состава и строения полупроводниковых материалов. Уметь: выбирать и использовать метод анализа для анализа химического состава и свойств полупроводниковых объектов. Владеть: информацией о современных методах анализа неорганических материалов, базах данных и др.
		ОПК-1.2	Использует при решении задач профессиональной деятельности теоретические основы структурной химии неорганических материалов	Знать: особенности структуры неорганических полупроводниковых материалов. Уметь: выбирать и использовать метод анализа для анализа физико-механических свойств неорганических материалов. Владеть: навыками обработки, сравнения и интерпретации результатов анализа.
		ОПК-1.3	Использует при решении задач профессиональной деятельности теоретические основы	Знать: особенности механики неорганических полупроводниковых материалов. Уметь: выбирать и использовать метод для анализа поверхности

			механики материалов	неорганических материалов. Владеть: навыками систематизации, анализа и сравнения полученных результатов.
		ОПК-1.4	Предлагает интерпретацию результатов экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ химии, физики и механики материалов	Знать: способы обработки результатов анализа и расчетно-теоретических работ. Уметь: описывать с применением основных законов химии полученные результаты эксперимента и теоретических изысканий. Владеть: навыками интерпретации результатов экспериментов и теоретических работ в области химии, физики и механики материалов.
ОПК-2	Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности эксперимент по синтезу и анализу химических веществ, исследованию реакций, процессов и материалов, диагностике физических и механических свойств материалов	ОПК-2.1	Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знать: правила техники безопасности при работе в химической лаборатории и на аналитическом оборудовании Уметь: проводить операции взвешивания, приготовления растворов, осаждения, титрования, фильтрования и др. Владеть: навыками работы с лабораторной посудой, реактивами, приборами.
		ОПК-2.2	Проводит эксперимент по исследованию реакций, процессов и материалов с использованием стандартизированных процедур	Знать: условия протекания исследуемых реакций, свойства исходных веществ и продуктов. Уметь: Проводить эксперимент по исследованию реакций, процессов и материалов с использованием современных аналитических методов. Владеть: навыками анализа результатов исследования реакций и процессов, оформления их в соответствии с правилами, составления отчетов по результатам испытаний.
		ОПК-2.3	Проводит стандартные операции по диагностике физических и химических свойств материалов	Знать: теоретические основы физико-химических методов анализа. Уметь: применять методики проведения испытаний качества материалов. Владеть: навыками оформления результатов испытаний материалов в документах установленного образца.
		ОПК-2.4	Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	Знать: устройство серийных аналитических приборов. Уметь: проводить подготовку и установку режимов на лабораторном оборудовании, проводить инструментальный анализ веществ и материалов. Владеть: навыками получения, обработки и интерпретации полученных результатов анализа.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час: 4/144.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			№ 5
Аудиторные занятия		72	72
в том числе:	лекции	36	36
	практические	0	0
	лабораторные	36	36
	ГК	8	8
Самостоятельная работа		28	28
в том числе: курсовая работа (проект)		0	0
Форма промежуточной аттестации (экзамен – 36 час.)		36	36
Итого:		144	144

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Аналитическая химия. Основные понятия и определения. Теоретические основы аналитической химии.	Классификация аналитических методов. Методологические аспекты аналитической химии. Отбор пробы. Подготовка пробы для анализа. Измерение. Градуировка. Аналитический сигнал. Предел обнаружения. Точность измерения. Систематические и случайные ошибки.	-
2.1	Химические методы анализа. Гравиметрические методы анализа.	Гравиметрические методы анализа. Равновесие в системе осадок-раствор. Растворимость и произведение растворимости. Образование и растворение осадков. Факторы, влияющие на растворимость малорастворимого электролита. Сущность гравиметрического метода анализа. Аморфные и кристаллические осадки, условия их получения. Соосаждение. Применение гравиметрического метода.	-
2.2	Титриметрические методы анализа.	Титриметрические методы анализа. Сущность титриметрии. Стандартные растворы. Закон эквивалентов. Способы обнаружения конца титрования. <i>Протолитометрия.</i> Теоретические основы. Применение кислотно-основного титрования.	-
2.3		<i>Комплексометрическое титрование.</i> Комплексообразование. Теоретические основы. Применение комплексометрического титрования. <i>Окислительно-восстановительное титрование.</i> Теоретические основы. Перманганатометрия. Дихроматометрия. Броматометрия. Иодометрия. Применение Red-Ox-метрии.	-
3.1	Физико-химические методы анализа Электрохимические методы анализа.	Классификация электрохимических методов анализа. Электрохимическая ячейка. Электроды, их классификация, строение и назначение <i>Потенциометрия.</i> Ионометрия.	-

		Потенциометрическое титрование. <i>Кулонометрия</i> Электрогравиметрия. Законы Фарадея. Прямая и косвенная кулонометрия. Кулонометрическое титрование. <i>Вольтамперометрические</i> методы анализа. Полярография. Амперометрическое титрование. <i>Кондуктометрия</i>. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Применение электрохимических методов анализа.	
3.2	Хроматографические методы анализа.	Хроматографические методы анализа. Классификация хроматографических методов анализа. Теоретические основы хроматографии: теория теоретических тарелок, кинетическая теория. Характеристики хроматографического пика, качественный и количественный анализ в хроматографии. Высокоэффективная газовая (капиллярная) <i>хроматография</i>.	-
3.3		<i>Высокоэффективная жидкостная хроматография</i>. Устройство жидкостного хроматографа. Адсорбционная, нормально-фазовая и обращенно-фазовая высокоэффективная жидкостная хроматография. <i>Ионная хроматография</i>. <i>Эксклюзионная хроматография</i>. <i>Планарная хроматография</i>. Высокоэффективная тонкослойная хроматография. Выбор оптимального метода хроматографического анализа.	-
3.4	Спектроскопические методы анализа.	Спектроскопические методы анализа. Электромагнитное излучение и его взаимодействие с веществом. Основы теории атомных и молекулярных спектров. Классификация спектральных методов. Схема спектрографа. Источники излучения. Атомизация и возбуждение частиц. Монохроматизация излучения. Приёмники излучения. Шумы. Методы <i>атомной спектроскопии</i>. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Эмиссионный спектральный анализ с лазерным проботбором. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Качественный и количественный анализ.	-
3.5		<i>Молекулярная спектроскопия</i> в видимой и ультрафиолетовой областях. Закон светопоглощения. <i>Инфракрасная спектроскопия</i>. Инфракрасная спектроскопия поверхности. <i>Спектроскопия комбинационного рассеяния</i>. Рамановский микронзонд в спектроскопии комбинационного рассеяния.	-
3.6		<i>Люминесцентный анализ</i>. Като�олюминесцентный микроанализ. Принципы рекомбинационной люминесценции, специфика анализа полупроводников и диэлектриков. Количественный като�олюминесцентный анализ субмикронных слоев полупроводниковых гетероструктур.	
3.7		<i>Радиоспектроскопические</i> методы анализа. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Мёссбауэрская спектроскопия.	-

3.8		Масс-спектрометрия. Основы метода. Источники ионизации. Масс-анализаторы. Детекторы. Возможности качественного и количественного анализа. Хромато-масс-спектрометрия. Масс-спектральный анализ поверхности. Искровая масс-спектрометрия. Способы анализа поверхности в искровой масс-спектрометрии. Послойный анализ. Масс-спектральная микроскопия. Лазерная микрозондовая масс-спектрометрия. Элементный и молекулярный локальный анализ	-
4.1	Методы локального анализа и анализа поверхности	Методы локального анализа и анализа поверхности. Общие понятия. Задачи распределительного анализа. Поверхность как объект анализа. Локальность поперечная и продольная. Взаимодействие корпускулярных пучков и электромагнитного излучения с аналитической пробой. Электромагнитный спектр, методы локального анализа в различных диапазонах спектра. Классификация методов по способу генерации аналитического сигнала, по способу отбора аналитической информации, по локальности.	-
4.2	Аналитическая электронная микроскопия.	Аналитическая электронная микроскопия. <i>Растровая и просвечивающая</i> электронная микроскопии – принципы и возможности методов. <i>Рентгеноспектральный микроанализ</i> – принципы метода. Радиационные дефекты и систематические погрешности аналитической электронной микроскопии.	-
4.3	Аналитическая зондовая микроскопия. Оже-электронная спектроскопия.	Аналитическая зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Полевая эмиссия. Полевая электронная и ионная микроскопия. Атомный зонд. Принципы формирования изображений анализируемой пробы. Аналитические возможности методов. Оже-электронная спектроскопия. Физические основы Оже-электронной спектроскопии. Оже-микрозонд. Электронные спектрометры. Качественный анализ – идентификация элементов, характера химических связей. Количественный анализ. Растровая оптическая микроскопия. Формирование изображения в растровом оптическом микроскопе.	-
4.4	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Спектроскопия ионного рассеяния.	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Электронная спектроскопия для химического анализа (ЭСХА). Качественный и количественный элементный анализ поверхности. Идентификация характера химических связей и энергетическое разрешение. ЭСХА с вариацией угла отбора аналитического сигнала. Синхротронное излучение и монохроматизация первичного рентгеновского излучения. Поглощение рентгеновского излучения. Рентгеновская абсорбционная спектроскопия тонкой структуры края поглощения. Спектроскопия ионного рассеяния. Кинематические и динамические соотношения элементарного акта рассеяния. Спектроскопия рассеяния медленных ионов для анализа поверхностных монослоев. Резерфордская	-

		спектроскопия. Послойный неразрушающий анализ.	
4.5	Ядерно-физические методы анализа поверхности.	Ядерно-физические методы анализа поверхности. Радиоактивный распад. Активационный анализ. Мгновеннорadiационный анализ. Ядерный микронзонд. Рентгеноспектральный анализ с ионным возбуждением. Резонансные методы анализа поверхности. Принципы авторadiографии. Микроавторadiография. Авторadiография высокого разрешения. Исследование элементного распределения по границам зерен в металлах и полупроводниках.	-
5.1	Экспресс-методы анализа	Экспресс-методы анализа. Средства и методы оперативного аналитического контроля. Сенсоры в аналитической химии. Мультисенсорные системы.	
Лабораторные работы			
3.1	Аналитическая химия. Основные понятия и определения. Теоретические основы аналитической химии.	Инструктаж по технике безопасности. Обучение взвешиванию на аналитических весах.	-
3.2	Химические методы анализа Гравиметрический метод анализа.	Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария	-
3.3	Титриметрические методы анализа.	Приготовление первичного стандартного раствора карбоната натрия (по навеске) и рабочего раствора соляной кислоты (методом разбавления из концентрированного раствора). Стандартизация рабочего раствора соляной кислоты (математическая обработка результатов анализа). Определение карбонатной жесткости воды (контрольные образцы)	-
3.4	Физико-химические методы анализа. Электрохимические методы анализа.	Ионометрия. Определение концентрации ионов в растворе с помощью ионселективных электродов	-
3.5	Физико-химические методы анализа. Спектроскопические методы анализа.	Фотометрическое определение содержания железа (II), меди (II) в водных растворах	-
3.6	Физико-химические методы анализа. Хроматографические методы анализа.	Газохроматографическое определение спиртов в смеси	-

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа и ГК	Всего

1	Аналитическая химия. Основные понятия и определения. Теоретические основы аналитической химии	2	0	0	2	4
2	Химические методы анализа	4	0	12	8	24
3	Физико-химические методы анализа	14	0	24	10	48
4	Методы локального анализа и анализа поверхности	14	0	0	10	24
5	Экспресс-методы анализа	2	0	0	6	8
	Экзамен	36	0	0	0	36
	Итого	72	0	36	36	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В учебном процессе используются основные формы работы:

1. Лекционные занятия,
2. Проведение лабораторных работ,
3. Самостоятельная работа.

В рамках лекционных занятий студентами приобретаются знания о теоретических основах, аппаратном оформлении и практической реализации химических, физических и физико-химических методов анализа. Для успешного освоения дисциплины необходимо систематическое посещение лекций и изучение конспектов, презентаций и рекомендованной литературы.

При выполнении лабораторных работ студенты приобретают знания и навыки выполнения некоторых анализов различных объектов. При этом необходимо руководствоваться предоставляемыми методическими разработками.

Для самостоятельного изучения отводятся темы, хорошо разработанные в учебных пособиях, научных монографиях и не могут представлять особенных трудностей при изучении.

Текущая аттестация направлена на контроль приобретенных знаний и навыков. Для подготовки необходимо использовать все материалы курса. Текущая аттестация является обязательной, ее результаты оцениваются в балльной системе и могут быть учтены при промежуточной аттестации обучающихся.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей. Для лиц с нарушением слуха информация по учебной дисциплине предоставляется на бумажном или электронном носителе, допускается присутствие ассистентов и сурдопереводчиков на занятиях. Промежуточная аттестация для таких студентов проводится в письменной форме с общими критериями оценивания; при необходимости время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации с использованием программ-синтезаторов речи, а также использование звукозаписывающих устройств на лекциях. На занятиях также может присутствовать ассистент. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование; время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Студенты с нарушениями опорно-двигательного аппарата могут проходить часть занятий дистанционно. Промежуточная аттестация для них проводится на общих основаниях, при необходимости процедура экзамена может быть реализована дистанционно.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины:

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Золотов, Ю. А. Введение в аналитическую химию : учебное пособие / Ю. А. Золотов. -

	3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2024. - 266 с. - ISBN 978-5-93208-684-1. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2148561
2.	Аналитическая химия : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по химико-технологическим направлениям и специальностям : в трёх томах / А. В. Гармаш, А. А. Ищенко, Ю.М. Глубоков; под редакцией профессора Ищенко А. А.. Химические методы анализа. — Москва : Физматлит, 2020. — 455 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4.	Васильев В.П. Аналитическая химия : в 2 кн. / В.П. Васильев.- М. ; Дрофа, 2007. - Кн. 1 : Титриметрические и гравиметрические методы анализа. - 368 .
5.	Васильев В.П. Аналитическая химия : в 2 кн. / В.П. Васильев.- М. : Дрофа, 2007. - Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. - 384 с.
6.	Основы аналитической химии : учеб, для вузов / Ю.А. Золотов и др. ; под ред. Ю.А. Золотова. - М. : Академия., 2014. - Кн. 1 : Общие вопросы. Методы разделения. - 390 с.
7.	Основы аналитической химии : учеб, для вузов / Ю.А. Золотов и др. ; под ред. Ю.А. Золотова. - М. : Академия., 2014. - Кн. 2 : Методы химического анализа. - 409 с.
8.	Аналитическая химия. Проблемы и подходы: В 2 т. Пер. с англ.. / Под ред. Р. Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто и др. М. : Мир: ООО «Изд-во АСТ», 2004. Т. 1. 608 с.
9.	Аналитическая химия. Проблемы и подходы: В 2 т. Пер. с англ.. / Под ред. Р. Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто и др. М. : Мир: ООО «Изд-во АСТ», 2004. Т. 2. 728 с.
10.	Кристиан Г. Аналитическая химия : в 2 томах. / Г. Кристиан ; пер. с англ. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. Т.1. — 623 с.
11.	Кристиан Г. Аналитическая химия : в 2 томах. / Г. Кристиан ; пер. с англ. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. Т.2. — 504 с.
12.	Пилипенко А.Т. Аналитическая химия : в 2 кн. / А.Т. Пилипенко, И.В. Пятницкий.- М.: Химия, 1990. -Т.1.-480С. ; Т.2. -366с.
13.	Дорохова Е.Н. Аналитическая химия : Физико-химические методы анализа/ Е.Н. Дорохова, Г.В. Прохорова. - М. : Высш. шк., 1991. - 256
14.	Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия,1989.
15.	Modern analytical chemistry / D. Harvey. — 2000. 798 p.
16.	Методы анализа поверхности/ Под ред А.Зандерны. М.: Мир, 1979, 582с.
17.	Вудраф Д., Делчар Т. Современные методы исследования поверхности. М.: Мир, 1989, 568с.
18.	Фелдман Л., Майер Д. Основы анализа поверхности и тонких пленок. М.: Мир, 1989, 342с.
19.	Гоулдстейн Дж., Ньюбери Д. И др. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. Т.1,2, М: Мир, 1984
20.	Нефедов В.И., Черепин В.Т. Физические методы исследования поверхности твердых тел. М.: Наука, 1983, 296с.
21.	Анализ поверхности методами оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии / Под ред. Д. Бриггса, М.П. Сиха .— М. : Мир, 1987 .— 600с.

в) Информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
22.	Майер В.Р., Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография [Электронный ресурс] / Майер Вероника Р. - М. : Техносфера, 2017. - 408 с. - ISBN 978-5-94836-480-3 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948364803.html
23.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" http://biblioclub.ru/
24.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" http://www.studmedlib.ru
25.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" http://rucont.ru
26.	Зональная научная библиотека ВГУ https://lib.vsu.ru/
27.	Электронный университет https://edu.vsu.ru/
28.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" http://biblioclub.ru/
29.	Электронная база ГОСТов https://1000gost.ru
30.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5512

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы:

№ п/п	Источник
31.	Классические методы анализа : практические работы по аналитической химии / Т.В.

	Елисеева, И.В. Воронюк, Л.В. Золотарева и др. - Воронеж : Научная книга, 2016. - 135 с.
32.	Спектральные методы анализа : учебно-методическое пособие / В.И. Васильева, О.Ф. Стоянова, И.В. Шкутина и др. ; под ред. В. Ф. Селеменева. - Воронеж : Науч. кн., 2011. - 212 с.
33.	Электрохимические методы анализа : Практическое пособие / В.И. Васильева, В.Ф. Селеменев, Н.Я. Мокшина и др. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2004. - 47 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения (ЭО) и дистанционные образовательные технологии (ДОТ) в части освоения лекционного материала, проведения текущей и промежуточной аттестации, проведения части лабораторных работ и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций, взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров. Для освоения дисциплины рекомендуется список литературы и ресурсы для электронного обучения (ЭО) (п. 15).

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория (ауд. 451): доска меловая, мультимедиа-проектор BENQ, ноутбук Toshiba, экран для проектора WinPro 8, Office Standard 2019, Kaspersky Endpoint Security, Google Chrome, Mozilla Firefox
Лаборатория практикума по аналитической химии (ауд. 449): химические лабораторные столы, вытяжной шкаф, сушильный шкаф, наборы химической посуды, реактивы, нагревательные приборы, pH-метр-иономер «Эксперт-001» лабораторный, Газовый хроматограф «Хром»-4, Аналитические весы ОНАУS РА64С, Фотоколориметр КФК-2, Спектрофотометр СФ-26, Пламенный фотометр ПАЖ-1, Установка для кулонометрического титрования.
Читальный зал ЗНБ ВГУ

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

По решению кафедры оценки за экзамен/зачет/зачет с оценкой могут быть выставлены по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре, но не ранее, чем на заключительном занятии. При несогласии студента с оценкой последний вправе сдавать экзамен/зачет/зачет с оценкой на общих основаниях.

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции		Оценочные средства
1	Аналитическая химия. Основные понятия и определения. Теоретические основы аналитической химии	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4	-
2	Химические методы анализа	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4	Контрольная работа Отчет по работам
3	Физико-химические методы анализа	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4	Тест 1 Отчет по работам

4	Методы локального анализа и анализа поверхности	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4	Тест 2
5	Экспресс-методы анализа	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4	Устный опрос

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: контрольная работа, лабораторные работы, тесты.

Пример варианта контрольной работы

1. Сколько граммов HCl требуется для приготовления 500 мл 10%-ного раствора, если плотность такого раствора равна 1,07 г/мл?
2. Сколько миллилитров 8 М раствора NaOH требуется, чтобы приготовить 1 литр 5%-ного раствора, если плотность такого раствора равна 1,06 г/мл?
3. Образец содержит приблизительно 2% сульфата калия и 5% нитрата калия. Рассчитать массу навески образца, необходимую для получения 0,3 г KClO₄.
4. Вычислить буферную емкость раствора, состоящего из 0,06 М раствора аскорбиновой кислоты и 0,12 М аскорбата натрия.
5. Вычислить молярную концентрацию и титр раствора HCl, если на титрование 0,4217 г Na₂CO₃ израсходовано 17,50 мл этой кислоты.

Описание технологии проведения контрольной работы

Контрольная работа выполняется письменно. При оформлении необходимо привести разделы: исходные данные, использованные законы, проведенные расчеты, результат (ответ). При необходимости приводятся графики и иной иллюстративный материал.

Требования к выполнению и оценки заданий контрольной работы

«Отлично» - ставится студенту, безошибочно верно решившему все задания контрольной работы.

«Хорошо» - ставится студенту, верно решившему все задания контрольной работы, но допустившему некоторые ошибки или неточности, или не решившему одну из задач.

«Удовлетворительно» - ставится студенту, допустившему ошибки при решении задач, или не решившему до тех задач.

«Неудовлетворительно» - ставится студенту, допустившему грубые ошибки при решении задач, или не решившему более трех задач.

Пример Теста

1. Какие электроды называют электродами сравнения в потенциометрическом титровании?
 - 1) электрод, потенциал которого зависит от природы одного из компонентов раствора;
 - 2) электрод, потенциал которого зависит от концентрации одного из компонентов раствора;
 - 3) неполяризуемый электрод, потенциал которого не зависит от состава раствора;
 - 4) электрод, потенциал которого зависит только от природы растворителя.

2. Какая зависимость находится в основе количественного полярографического анализа?
 - 1) величина предельного тока пропорциональна концентрации вещества-деполяризатора в растворе;
 - 2) величина предельного тока пропорциональна периоду капания в степени $1/6$;
 - 3) величина предельного тока пропорциональна числу электронов, участвующих в электрохимической реакции.

3. Какой принцип положен в основу кулонометрического титрования?
 - 1) соответствие потенциала одного из электродов ячейки потенциалу окисления (восстановления) веществ (ионов), присутствующих в растворе;
 - 2) способность веществ (ионов) к электрохимическому превращению на поверхности твердых электродов;
 - 3) соответствие между количеством электричества, прошедшего через ячейку, и количеством титранта, генерируемого в ячейке;
 - 4) несоответствие внешнего напряжения ЭДС внутреннего гальванического элемента, возникающего в ячейке при электролизе.

4. Назовите основную причину ограничения применения спектрофотометрического метода для определения больших количеств веществ.
 - 1) несоблюдение основного закона поглощения;
 - 2) невозможность компенсации темнового тока;
 - 3) узкий интервал значений оптических плотностей, измеряемых с достаточной точностью;
 - 4) невозможность выбора раствора сравнения.

5. Что такое люминесценция?
 - 1) свечение атомов, ионов, молекул или других более сложных комплексов, возникающее в результате электронного перехода в этих частицах при их возвращении из возбужденного состояния в основное;
 - 2) избирательное поглощение однородной нерассеивающей системой электромагнитных излучений различных участков спектра;
 - 3) излучение атомов, молекул, возникающее в результате электронных переходов между энергетическими уровнями возбужденных атомов или ионов.

6. Какое из перечисленных устройств НЕ является источником возбуждения в эмиссионной спектроскопии?
 - 1) Фотометр;
 - 2) Электрическая дуга;
 - 3) Электрическая искра;
 - 1) Пламя;
 - 2) Плазма.

7. Выберите верный порядок узлов хроматографа.
 - 1) Колонка, детектор, источник подвижной фазы, регистратор (самописец или компьютер), инжектор;
 - 2) Источник подвижной фазы, инжектор, колонка, детектор, регистратор сигнала (самописец или компьютер);
 - 3) Колонка, детектор, регистратор (самописец или компьютер), инжектор, источник подвижной фазы;

8. Какой хроматографический параметр является качественной характеристикой для данного компонента?
 - 1) отношение времен пребывания компонента в стационарной и подвижной фазах;
 - 2) время от момента ввода пробы до максимума на хроматографическом пике;
 - 3) отношение скорости движения вещества к скорости движения подвижной фазы;

4) число теоретических тарелок.

9. Какой величине пропорциональна высота хроматографического пика?

- 1) концентрации растворенного вещества;
- 2) количеству вещества на N-ой теоретической тарелке;
- 3) времени удерживания;
- 4) удерживаемому объему;
- 5) скорости подвижной фазы.

10. Какая характеристика пятна на планарной хроматограмме применима для количественного анализа? (выберите несколько).

- 1) Высота поднятия пятна;
- 2) Площадь пятна;
- 3) Интенсивность окраски пятна;
- 4) Форма пятна.

Описание технологии проведения тестирования

Тесты выполняются письменно. К каждому вопросу из перечня ответов необходимо выбрать правильный.

Требования к выполнению заданий тестов (или шкалы и критерии оценивания)

Выполненным (ставится зачет) считается тест, где из общего перечня вопросов правильные ответы имеют более 50% заданий.

Примеры вопросов задаваемых при защите лабораторных работ:

1. Какой метод использовался для анализа?
2. К какой группе методов он относится?
3. Каков аналитический сигнал в используемом методе анализа? Как он фиксируется?
4. Возможен ли качественный анализ состава системы при использовании данного метода?
5. Что такое градуировочный график?
6. Какое минимальное количество определений необходимо для проведения статобработки результатов анализа?
7. Какова погрешность анализа?
8. Каковы возможные причины погрешностей в анализе?

Описание технологии проведения отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе сдается устно с демонстрацией оформленного лабораторного журнала, в котором должно быть отражено: название, цель, задачи работы; физико-химические основы используемого метода анализа; перечень реактивов и оборудования; ход выполнения анализа, его результаты со статобработкой; сравнение полученного содержания вещества в объекте с нормативными документами; выводы. Отчет сопровождается ответами на дополнительные вопросы.

Требования к выполнению отчета по лабораторной работе

Лабораторная работа считается выполненной (ставится зачет), если лабораторный журнал содержит все перечисленные сведения о работе, полученные результаты не противоречат реальному содержанию вещества в анализируемом объекте, а студент ответил на дополнительные вопросы по работе.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: собеседование по экзаменационным билетам.

Перечень вопросов к экзамену:

№	Текст вопроса
01	Основные понятия в аналитической химии. Качественный, количественный анализ
02	Классификация методов анализа в аналитической химии
03	Теоретические основы аналитической химии. Основные понятия и определения.
04	Предмет и задачи аналитической химии. Этапы исторического развития.
05	Протолитическая теория (теория кислот и оснований Бренстеда). Автопротолиз воды. Шкала кислотности.
06	Равновесия в растворах электролитов. Константы равновесия.
07	Вычисление pH растворов сильных протолитов. Расчет pH слабых кислот и оснований.
08	Расчет pH солей слабых кислот и слабых оснований. Буферные смеси. Вычисление pH буферных растворов.
09	Комплексные соединения. Характеристика равновесия в растворах комплексных соединений. Ступенчатые и общая константы устойчивости комплексных соединений.
10	Основы титриметрического анализа. Титрование. Требования, предъявляемые к веществам и реакциям в титриметрии. Расчеты в титриметрии. Закон эквивалентов.
11	Комплексоны. Трилон Б. Взаимодействие комплексонов с ионами металлов.
12	Кислотно-основное титрование. Скачок на кривой титрования. Факторы, влияющие на величину скачка.
13	Индикаторы в протолитометрии. Их характеристики. Принципы подбора индикаторов. Кривая титрования сильной кислоты сильным основанием
14	Кривая комплексонометрического титрования. Металлохромные индикаторы
15	Физико-химические методы анализа. Классификация. Основные понятия.
16	Электрохимические методы анализа. Электрохимические системы. Электроды, используемые в электрохимических методах.
17	Варианты потенциометрии. Уравнение Нернста.
18	Потенциометрическое титрование. Сущность метода и способы представления полученных результатов.
19	Варианты кулонометрии
20	Полярография. Вольтамперометрия. Различные варианты вольтамперометрии.
21	Кондуктометрия как метод анализа. Варианты кондуктометрии.
22	Понятие хроматографии. Классификация хроматографических методов анализа.
23	Параметры удерживания и характеристики эффективности хроматографирования
24	Газовые хроматографы, Газы-носители, колонки и детекторы, используемые в ГХ
25	Высокоэффективная жидкостная хроматография. Хроматографы в ВЭЖХ
26	Ионообменная и эксклюзионная хроматография.
27	Количественный анализ в хроматографии.
28	Спектральные методы анализа. Характеристики электромагнитного излучения. Понятие спектра.
29	Атомный эмиссионный спектральный анализ. Фотометрия пламени. Принципы метода
30	Молекулярный абсорбционный спектральный анализ. Спектры поглощения. Качественный и количественный анализ в молекулярном абсорбционном спектральном анализе. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
31	Инфракрасная спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеивания.
32	Люминесцентный анализ
33	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса и электронного парамагнитного резонанса
34	Мёссбауэровская спектроскопия
35	Масс-спектрометрические методы анализа
36	Локальный анализ и анализ поверхности. Классификация методов локального анализа.
37	Фотонно-зондовые методы локального анализа. Процессы, протекающие при возбуждении квантами излучения
38	Фотоэлектронная спектроскопия. РФЭС и УФЭС.

39	Качественный и количественный анализ методами РФЭС и УФЭС
40	Электронно-зондовые методы. Классификация методов по поверхностной чувствительности, пространственному разрешению.
41	Упругие взаимодействия электронов с веществом. Методы анализа поверхности, основанные на упругих взаимодействиях
42	Неупругие взаимодействия электронов с веществом. Методы анализа поверхности, основанные на упругих взаимодействиях
43	Физические процессы, используемые в ЭЗМА и Растровой электронной микроскопии.
44	Качественный и количественный анализ методом в ЭЗМА
45	Аналитическая электронная микроскопия. Электронная оже-спектроскопия
46	Качественный и количественный анализ в методе ЭОС
47	Спектрометры с волновой и энергетической дисперсией.
48	Ионно-зондовые методы анализа. Спектроскопия рассеяния медленных ионов
49	Спектроскопия резерфордовского обратного рассеивания. Количественное определение методом ROP.
50	Масс-спектроскопия вторичных ионов.
51	Статический и динамический варианты МСВИ
52	Ограничения использования МСВИ для качественного и количественного анализа. Количественная обработка масс-спектров вторичных ионов.
53	Полевые зондовые методы анализа поверхности. Методы сканирующей зондовой микроскопии. Полевая ионная микроскопия и ПИМ с атомным зондом
54	Сканирующая туннельная микроскопия
55	Информация о поверхности, получаемая методом СТМ
56	Атомно-силовая микроскопия и ее преимущества по сравнению с СТМ. Сканирующая зондовая микроскопия
57	Режимы постоянной силы и постоянной высоты в АСМ. Преимущества и недостатки.
58	Аналитический потенциал АСМ

Пример КИМ

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой аналитической химии

подпись, _____

расшифровка подписи

_____.20__

Направление подготовки: 04.03.02 Химия, физика и механика материалов

Дисциплина: Б1.О.12 Современная аналитическая химия

Курс: 3

Форма обучения: очная

Вид аттестации: промежуточная

Вид контроля: экзамен

Контрольно-измерительный материал №__

1. Атомно-абсорбционная спектроскопия.
2. Локальный анализ и анализ поверхности. Классификация методов локального анализа.

Преподаватель _____

Описание технологии проведения экзамена

Экзамен проводится в письменной форме. Студент обязан максимально подробно и с примерами изложить суть каждого вопроса. Преподаватель имеет право на уточняющие и дополнительные вопросы в пределах теоретической части и проделанных лабораторных работ данной дисциплины.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок	Критерии оценивания компетенций
Повышенный уровень	Отлично	Ставится студенту, полностью овладевшему знаниями в области экологической химии, давшему полный ответ на вопросы билета и дополнительные вопросы экзаменатора.
Базовый уровень	Хорошо	Ставится студенту, освоившему материалы курса «Экологическая химия», давшему неполный ответ на вопросы билета или допустившему некоторые ошибки или неточности.
Пороговый уровень	Удовлетворительно	Ставится студенту, знающему основы экологической химии, не владеющему стройной системой информации по курсу, и не давшему полного, обстоятельного ответа на вопросы билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.
–	Неудовлетворительно	Ставится студенту, не имеющему базовых знаний по курсу и не давшему ответ на вопросы билета.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень, может быть, конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

20.3 Задания, рекомендованные к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины:

Контроль освоения ОПК-1: Способен использовать при решении задач профессиональной деятельности понимание теоретических основ химии, физики материалов и механики материалов

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

Тестовые задания:

1. Какие группы материалов выделяют в соответствии со степенью упорядоченности микрочастиц:
 - а) **кристаллические;**
 - в) конструкционные;
 - г) твердые растворы.
2. Кристалл формируется путем правильного повторения микрочастиц (атомов, ионов, молекул) только по одной координате:
 - а) верно;
 - б) верно только для монокристаллов;
 - в) **неверно;**
 - г) верно только для поликристаллов.
3. Основные полупроводниковые материалы электронных средств относятся к группе:
 - а) органических аморфных веществ;
 - б) неорганических аморфных веществ;
 - в) **неорганических кристаллических веществ;**
 - г) органических кристаллических веществ.
4. К люминисценции способны:
 - а) все полупроводники;
 - б) полупроводники с малой шириной запрещенной зоны;
 - в) **полупроводники с большой шириной запрещенной зоны.**
5. Какие из перечисленных полупроводников являются промышленными люминофорами:
 - а) кремний;
 - б) германий;
 - в) **сульфид цинка.**
6. Основными параметрами полупроводниковых материалов являются:
 - а) удельная объемная электропроводность, температурный коэффициент линейного расширения, предел упругости;
 - б) **ширина запрещенной зоны, концентрация собственных носителей заряда, подвижность носителей заряда при нормальной температуре;**
 - в) диэлектрическая проницаемость, удельное сопротивление, тангенс угла диэлектрических потерь;
 - г) магнитная проницаемость, коэрцитивная сила, удельное сопротивление.
7. Каких методов анализа твердой фазы не существует?
 - а) Оже-электронная спектроскопия;
 - б) рентгено-спектральный анализ;
 - в) масс-спектрометрический анализ;
 - г) **компьютерный анализ.**
8. Существует ли анализ, не разрушающий структуру вещества?
 - а) **да,**
 - б) нет,
 - в) существуют только разрушающие поверхность.
9. Современные гибридные методы анализа это:
 - а) **методы анализа, основанные на сочетании разделения компонентов анализируемой пробы и определения (детектирования) разделённых компонентов, выполняемые в одном приборе.**
 - б) методы анализа, основанные на сочетании нескольких методов.
 - в) методы анализа, основанные на сочетании разделения компонентов, в которых стадии разделения и определения могут выполняться независимо друг от друга.
- 10) Существует ли универсальный метод анализа состава и структуры вещества?
 - а) да,
 - б) **нет.**

Задачи:

1. Рассчитайте pH 0,01 М раствора соляной кислоты (**ответ pH=2**).
2. Выпадает ли осадок при смешивании равных количеств сантимольярных (0,01 М) растворов хлорида кальция и серной кислоты. Константа произведения растворимости $K_S=2.6 \cdot 10^{-5}$. Ответ подтвердите расчетом (**Ответ: осадок не выпадает, т.к. $a(\text{Ca}^{2+}) \cdot a(\text{SO}_4^{2-}) < K_S$**).
3. Рассчитайте энергию электромагнитного излучения при определении ароматического соединения, если его длина волны составляет 257 нм (**Ответ: $E = 7,72 \cdot 10^{-19}$ Дж или 4,83 эВ**).
4. Рассчитать растворимость S фторида кальция CaF_2 , если $K_S(\text{CaF}_2)=4.0 \cdot 10^{-11}$. (**Ответ: $S(\text{CaF}_2)=2,15 \cdot 10^{-4}$ М**)
5. Рассчитайте жесткость раствора H_W , если на титрование аликвоты, объемом 50,00 мл израсходовано 5,20 мл раствора трилона Б с концентрацией 0,0250 моль/л (**Ответ: $H_W=2,60$ ммоль/л**).
6. Раствор аналита А помещают в кювету для образца с длиной оптического пути $l=1,00$ см. При измерении поглощения электромагнитного излучения раствором аналита при длине волны $\lambda=490$ нм оптическая плотность $A=0,338$. Какова молярная концентрация аналита в растворе, если молярный коэффициент светопоглощения при этой длине волны $\epsilon=676$ л/(моль*см) (**Ответ: $C_A=5 \cdot 10^{-4}$ М**)?
7. Образец, содержащий магнетит Fe_3O_4 , был проанализирован после растворения образца массой 1,5419 г в концентрированной HCl с получением смеси Fe^{2+} и Fe^{3+} . После добавления HNO_3 (для окисления Fe^{2+} до Fe^{3+}) Fe^{3+} осадили в виде $\text{Fe}(\text{OH})_3$ добавлением раствора гидроксида аммония. После фильтрации и промывки остаток прокалили, получив 0,8525 г чистого Fe_2O_3 . Рассчитайте процентное содержание Fe_3O_4 по весу в образце (**Ответ: 53.44 %**).

Контроль освоения ОПК-2: Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности эксперимент по синтезу и анализу химических веществ, исследованию реакций, процессов и материалов, диагностике физических и механических свойств материалов

Тестовые задания:

1. Детектор в хроматографии – это
 - 1) **Устройство, реагирующее на изменение концентрации вещества в подвижной фазе;**
 - 2) Устройство, реагирующее на изменение концентрации вещества в неподвижной фазе;
 - 3) Устройство, реагирующее на изменение температуры подвижной фазы;
 - 4) Устройство, реагирующее на изменение плотности неподвижной фазы.
2. Каким свойством должно обладать вещество, чтобы его было можно анализировать газохроматографически?
 - 1) Иметь малую молекулярную массу;
 - 2) **Быть газообразным или иметь высокую летучесть;**
 - 3) Быть чистым;
 - 4) Быть малорастворимым в воде.
3. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) характеризуется: (выберите НЕ верное)
 - 1) Использованием в качестве неподвижной фазы частиц малого размера;
 - 2) Проведением процесса под давлением;
 - 3) Использованием колонок малой длины;
 - 4) Использованием в качестве неподвижной фазы поверхностно-слоистых сорбентов;
 - 5) Высокой эффективностью разделения веществ;
 - 6) **Малой точностью количественного анализа.**
4. Обращенно-фазовая ВЭЖХ – это вариант ВЭЖХ, когда:
 - 1) **неполярная стационарная фаза – полярная подвижная фаза;**
 - 2) неполярная стационарная фаза – неполярная подвижная фаза;
 - 3) полярная стационарная фаза – полярная подвижная фаза;
 - 4) полярная стационарная фаза – неполярная подвижная фаза.
5. На чем основан метод эмиссионной спектрометрии пламени?
 - 1) **на измерении интенсивности света, излучаемого возбужденными атомами (или молекулами) при введении вещества в пламя;**
 - 2) на измерении поглощения резонансного излучения атомами определяемого элемента;
 - 3) на измерении переизлучения световой энергии, поглощенной свободными атомами;

4) на измерении свечения атомов, ионов, молекул или других более сложных центров, возникающего в результате электронного перехода в этих частицах при их возвращении из возбужденного состояния в нормальное.

6. Какая характеристика линии лежит в основе количественного анализа в эмиссионной спектроскопии?

- 1) положение линии в спектре;
- 2) полуширина линии;
- 3) **интенсивность;**
- 4) потенциал возбуждения;
- 5) потенциал ионизации.

7. Какое из перечисленных устройств НЕ является источником возбуждения в эмиссионной спектроскопии?

- 1) **Фотометр;**
- 2) Электрическая дуга;
- 3) Электрическая искра;
- 3) Пламя;
- 4) Плазма.

8. На измерении какой величины основана кондуктометрия?

- 1) силы тока;
- 2) **сопротивления;**
- 3) напряжения.

9. От каких факторов зависит электрическая подвижность иона в растворе?

- 1) температура;
- 2) концентрация иона;
- 3) **природа иона;**
- 4) присутствие фонового электролита;
- 5) скорость перемешивания раствора.

10. Решение какой задачи возможно методом прямой кондуктометрии?

- 1) анализ многокомпонентных систем;
- 2) определение солей в присутствии сильных кислот;
- 3) **анализ растворов индивидуальных электролитов;**
- 4) определение солей в присутствии щелочей.

Задачи:

1. Рассчитать концентрацию Pb^{2+} (мг/л) и молярный коэффициент светопоглощения (ϵ) по следующим данным спектрофотометрического определения: толщина светопоглощающего слоя (l) = 1 см; оптические плотности (D) стандартного и исследуемого раствора равны 0,28 и 0,39 соответственно; концентрация стандартного раствора (C) = 3,00 мг/л. **(ответ)**.
2. Рассчитайте pH 0,1 М раствора уксусной кислоты, если константа кислотности $K_a(CH_3COOH)=1.75 \cdot 10^{-5}$ **(ответ pH=2.88)**.
3. Из навески стали массой 0,2050 г после соответствующей обработки получили 100 мл раствора, содержащего марганец. Оптическая плотность этого раствора относительно раствора сравнения равна 0,36. Для построения градуировочного графика взяли три стандартных раствора с содержанием 2,00; 4,00 и 8,00 мг марганца в 100 мл и получили в тех же условиях относительные оптические плотности 0,15; 0,29 и 0,58 соответственно. Вычислить массовую долю марганца в стали. **(ответ)**.
4. Рассчитать pH раствора при 25⁰ С в следующей электрохимической цепи (элемент): *Водородный электрод / HCl // 0,1 М KCl, Hg₂Cl₂ / Hg*; ЭДС цепи = 0,498 В.
5. В стандартных растворах, содержащих ионы калия, были измерены электродные потенциалы калийселективного электрода относительно хлоридсеребряного электрода и получены следующие данные:

C, моль/л	$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-5}$
-E, мВ	89	115	130	159	202

Исследуемый раствор, содержащий K^+ , объемом 10,00 мл разбавили водой до 100,00 мл и измерили электродный потенциал калийселективного электрода $E_x = -138$ мВ. Определить концентрацию иона калия в исследуемом растворе. **(ответ)**.

6. Вычислить массовую долю (%) компонентов газовой смеси по следующим данным:

Компонент смеси	Бензол	Гексан	Пропилен	Этанол
$S, \text{мм}^2$	85,0	27,0	34,0	11,0

7. Ширина основания хроматографического пика бутанола составляет 10 мм. Расстояние на хроматограмме от момента введения пробы до середины пика бутанола составляет 10 см. Вычислить число теоретических тарелок в данной колонке. **(ответ)**.