

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Аналитической химии



Елисеева Т.В.
07.04.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06 Современные методы анализа биологических сред

1. Код и наименование специальности: 30.05.01 Медицинская биохимия
2. Специализация: Медицинская биохимия
3. Квалификация выпускника: врач-биохимик
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: аналитической химии
6. Составители программы: _____
Крысанова Татьяна Анатольевна, к.х.н.
7. Рекомендована: НМС медико-биологического факультета,
протокол № 2 от 04.03.2025 г.
8. Учебный год: 2025-2026 Семестр(ы)/Триместр(ы): 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины является формирование у обучающихся знаний о теоретических и практических основах физико-химических методов анализа биологических сред с применением современного аналитического оборудования.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить теоретические и практические основы физико-химических методов анализа, их достоинства и недостатки;
- овладеть практическими приемами физико-химических методов анализа и освоить способы обработки результатов аналитических определений.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

учебная дисциплина «Современные методы анализа биологических сред» относится к Базовому блоку (Б1) вариативной части дисциплин (формируемой участниками образовательных отношений) по подготовке специалиста по направлению 30.05.01 «Медицинская биохимия».

В результате освоения дисциплины студенты должны овладеть знаниями теоретических основ важнейших современных физико-химических методов анализа биологических сред, а также правилами работы с аналитическим оборудованием.

Изучение названного курса предполагает, что студент владеет знаниями базового профессионального цикла: органической и физической химии.

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
ПК-3	Способен проводить научные исследования в области медицины и биологии	ПК-3.1	Выполнение фундаментальных научных исследований в области медицины и биологии	<i>Знать:</i> особенности объектов анализа, основные физико-химические понятия и методы. <i>Уметь:</i> использовать современное лабораторное оборудование, анализировать полученные экспериментальные результаты и планировать исследование для решения новых задач в области медицины и биологии. <i>Владеть:</i> основами техники современного химического эксперимента, навыками аналитической работы для решения научных задач

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 2 / 72.

Форма промежуточной аттестации

зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			2 семестр	...
Аудиторные занятия		44	44	
в том числе:	лекции	16	16	
	лабораторные	16	16	
	групповые консультации	12	12	
Самостоятельная работа		28	28	
Итого:		72	72	

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Химический анализ. Методы исследования состояния вещества в растворах	Биологические среды. Особенности пробоподготовки. Этапы химического анализа. Адсорбция и десорбция (сорбенты и растворители).	
1.2	Химические методы анализа.	Титриметрические методы анализа. Стандартные растворы. Способы титрования. Расчеты титрования. Расчет pH в растворах сильных и слабых электролитов, амфолитов, буферных растворах. Кислотно-основное титрование. Кривые и индикаторы кислотно-основного титрования. Комплексометрическое, осадительное и окислительно-восстановительное титрование. Рабочие растворы и индикаторы.	
1.3	Хроматографические методы анализа. Газовая хроматография. Газо-жидкостная хроматография. Жидкостная хроматография	Классификация хроматографических методов анализа. Хроматографические параметры. Газовая хроматография. Характеристики удерживания, коэффициенты распределения. Схема устройства газового хроматографа: блок ввода и испарения пробы, колонки, термостаты, детекторы. Подвижные и неподвижные фазы в газовой хроматографии. Газо-жидкостная хроматография. Подвижные и неподвижные фазы в газо-жидкостной хроматографии. Жидкостная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Аппаратура в методе жидкостной хроматографии. Подвижные и неподвижные фазы.	
1.4	Ионообменная и гель-хроматография. Плоскостная хроматография	Жидкостно-адсорбционная хроматография. Ионообменная хроматография. Ионная хроматография. Гель-хроматография. Плоскостная хроматография (тонкослойная и бумажная). Качественный и количественный анализ.	
1.5	Электрохимические методы анализа. Потенциометрия, кондуктометрия, вольтамперометрия, кулонометрия.	Сущность электрохимических процессов. Классификация электродов, электрохимическая ячейка. Прямая потенциометрия (ионометрия) и потенциометрическое титрование. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Вольтамперометрия: анодный и катодный ток. Электроды, вольтамперные кривые. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование.	
1.6	Спектроскопические методы анализа. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия. Атомно-абсорбционная и атомно-эмиссионная спектроскопия	Молекулярно-абсорбционная спектроскопия (МАС). Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС). Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС). Схемы оптических спектрометров в спектроскопических методах анализа. Качественный и количественный анализ.	
1.7	Спектроскопия ЯМР	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Возбуждение ядер в магнитном поле,	

		условие магнитного резонанса. Устройство ЯМР-спектрометра.	
1.8	Масс-спектрометрия	Масс-спектрометрия. Устройство масс-спектрометра. Системы ввода пробы, источники ионизации, детекторы. Качественный и количественный анализ в масс-спектрометрии.	
3. Лабораторные занятия			
3.1	Химический анализ. Методы исследования состояния вещества в растворах	Вводная беседа. Инструктаж по технике безопасности при работе в химической лаборатории. Требования к химическому анализу. Основные методы изучения состояния вещества. Способы вычисления концентраций вещества.	
3.2	Химические методы анализа	Кислотно-основное титрование. <u>Лабораторная работа.</u> Стандартизация HCl по первичному стандартному раствору 0,1 М Na ₂ CO ₃ . Определение карбонатной жесткости воды.	
3.3	Хроматографические методы анализа. Газовая хроматография. Газо-жидкостная хроматография. Жидкостная хроматография	Хроматографические параметры, подвижные и неподвижные фазы в газовой хроматографии. <u>Лабораторная работа.</u> Анализ смесей спиртов методом газо-жидкостной хроматографии.	
3.4	Ионообменная и гель-хроматография Плоскостная хроматография	<u>Лабораторная работа.</u> Разделение смеси аминокислот методом бумажной хроматографии. <u>Лабораторная работа.</u> Определение содержания Na ₂ SO ₄ методом ионообменной хроматографии.	
3.5	Электрохимические методы анализа Потенциометрия, кондуктометрия, вольтамперометрия.	<u>Лабораторная работа.</u> Изучение концентрационной зависимости нитрат-селективного электрода. <u>Лабораторная работа</u> Определение ионов Fe (II) потенциометрическим титрованием дихроматом калия.	
3.6	Электрохимические методы анализа Кулонометрия.	<u>Лабораторная работа.</u> Кулонометрическое определение меди (II).	
3.7	Спектроскопические методы анализа. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия.	<u>Лабораторная работа.</u> Фотоколориметрическое определение Fe (III) или Cu (II) в растворе.	
3.8	Спектроскопические методы анализа. Атомно-абсорбционная и атомно-эмиссионная спектроскопия	<u>Лабораторная работа.</u> Определение натрия и калия при совместном присутствии в растворе методом пламенной фотометрии (атомно-эмиссионный анализ).	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Лабораторные	Групповые консультации	Самостоятельная работа	Всего
1.	Химический анализ. Методы исследования состояния вещества в растворах	2	-		4	6
2	Химические методы анализа	2	2		5	9
3.	Хроматографические методы анализа. Газовая хроматография. Газо-жидкостная и жидкостная хроматография	2	4	2	4	12

4.	Ионообменная и гель-хроматография Плоскостная хроматография	2	4	1	4	11
5.	Электрохимические методы анализа Потенциометрия, кондуктометрия, вольтамперометрия, кулонометрия.	2	2	2	3	9
6.	Спектроскопические методы анализа. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия. Атомно-абсорбционная и атомно-эмиссионная спектроскопия	2	4	1	4	11
7.	Спектроскопия ЯМР	2	-	2	3	7
8.	Масс-спектрометрия	2	-	1	4	7
Итого:		16	16	8	32	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

В учебном процессе широко используется проведения аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам Университета и кафедры. Обучение складывается из лекционных и лабораторные занятия, групповых консультаций, самостоятельной работы. Работа студентов с конспектами лекций. Студенты работают с конспектами лекций, выполняют задания преподавателя при подготовке к занятиям, пользуясь основной и дополнительной литературой, а также интернет-ресурсами.

Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в ходе работы студентов, формирования профессиональных компетенций.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей и в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Вершинин В. И. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 428 с. – https://e.lanbook.com/book/115526
2.	Власова Е.Г. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е.Г. Власова, А.Ф. Жуков, И.Ф. Колосова, К.А. Комарова, В.В. Кузнецов [и др.]. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 457 с. (учебник для высшей школы). Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ ISBN9785001015543.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Основы аналитической химии : в 2 т. : учебник: для студ. вузов, обуч. по хим. направлениям / под ред. Ю. А. Золотова. – Москва : Академия, 2014. Т. 1,2 / [Т. А. Большова и др.] - 6-е изд., перераб. и доп. - 2014.
4.	Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 кн. / Г. Кристиан. СПб.: Бинوم. 2009.
5.	Белова Е.В. Физико-химические методы исследования в медицине и биологии: учебное пособие / Е.В. Белова, К.Э. Герман, А.В. Афанасьев, О.И. Слюсар, Т.А. Иванова;

	Медицинский университет Реавиз. – Москва, Издательство «Граница», 2016.
--	---

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Ресурсы Интернет
6.	ЭБС «Консультант студента», http://www.studmedlib.ru
7.	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
8.	https://www.book.ru
9.	http://biblioclub.ru
10.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=16126

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Васильева В.И. Спектральные методы анализа. Практическое руководство: учебное пособие / под ред. В.Ф. Селеменова, В.Н. Семенова / В.И. Васильева, О.Ф. Стоянова, И.В. Шкутина, С.И. Карпов, В.Ф. Селеменов, В.Н. Семенов. - СПб.: "ЛАНЬ", 2014. - 416 с.
2	Крысанова Т.А. Современные методы анализа биологических сред: учеб. пособие / Т.А. Крысанова, Н.В. Мироненко, В.А. Крысанов. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2023. - 86 с.
3	Сумина Е.Г. Тонкослойная хроматография. Теоретические основы и практическое применение / Е.Г. Сумина, С.Н. Штыков, Н.В. Тюрина. - Саратов: изд-во Саратовского университета, 2002. - 108 с.
4	Крысанова Т.А. Физико-химические методы анализа природных соединений: хроматография и спектроскопия / Т.А. Крысанова, Д.Л. Котова, В.А. Крысанов, А.Н. Зяблов, В.Ф. Селеменов. - Воронеж: ИПЦ "Научная книга", 2016. - 62 с.
5	Елисеева Т.В. Методы разделения и выделения веществ в химии, медицине, промышленном производстве / Т.В. Елисеева, Л.С. Нечаева, А.Н. Зяблов. Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013. – 62 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:

Весы аналитические; весы технические; дистилляторы лабораторные; иономеры ЭВ-74; кулонометрические установки; фотоэлектроколориметры КФК-2; пламенные анализаторы жидкости ПАЖ-1, ПАЖ-2; спектрофотометры УФ-1200, СФ-2000; хроматограф газовый Chrom-4; ионообменные колонки; хроматографическая бумага; сушильные шкафы, муфельные печи; химические реактивы; химическая посуда.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция	Оценочные средства
1.1	Химический анализ. Методы исследования состояния вещества в растворах	ПК-3.1	Коллоквиум 1
1.2	Химические методы анализа.	ПК-3.1	Лабораторная работа №1, коллоквиум 1
1.3	Хроматографические методы анализа. Газовая хроматография. Газо-жидкостная хроматография. Жидкостная хроматография	ПК-3.1	Лабораторная работа №2, коллоквиум 2
1.4	Ионообменная и гель-хроматография. Плоскостная хроматография	ПК-3.1	Лабораторные работы №3,4, коллоквиум 2
1.5	Электрохимические методы анализа. Потенциометрия, кондуктометрия, вольтамперометрия, кулонометрия.	ПК-3.1	Лабораторные работы №5,6, коллоквиум 3
1.6	Спектроскопические методы анализа. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия. Атомно-абсорбционная и атомно-эмиссионная спектроскопия	ПК-3.1	Лабораторные работы №7,8, коллоквиум 4
1.7	Спектроскопия ЯМР	ПК-3.1	Коллоквиум 4
1.8	Масс-спектрометрия	ПК-3.1	Коллоквиум 4
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет			Перечень вопросов к зачёту

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

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью проведения коллоквиумов и по проверке выполнения студентами лабораторных работ.

Описание технологии проведения коллоквиума:

Обучающийся получает вопросы из числа предложенных, время для подготовки дается 30-40 мин. После того, как студент ответил на вопросы, преподаватель имеет право задать дополнительные и уточняющие вопросы, которые связаны с вопросами билета.

Описание технологии проверки лабораторных работ:

Обучающийся представляет результаты лабораторной работы преподавателю в день ее выполнения.

В лабораторной работе оценивается: 1) правильность выполнения работы по соответствующей методике; 2) полнота теоретических знаний по сущности выбранной темы; 3) умение правильно проводить вычисления, статистическую обработку результатов анализа, обобщать и делать выводы; 4) соблюдение требований к оформлению.

Наличие выполнения всех четырех условий дает возможность преподавателю принять данную работу.

Перечень вопросов коллоквиумов (устный опрос):

Коллоквиум №1.

1. Биологические среды. Особенности пробоподготовки.
2. Химический анализ (этапы, требования). Адсорбция и десорбция (сорбенты и растворители).
3. Химические методы анализа. Кислотно-основное титрование. Сущность метода. Расчеты в титриметрии. Расчет pH в сильных и слабых электролитах, солях и буферных растворах.
4. Кривая кислотно-основного титрования. Индикаторы и стандартные растворы.
5. Комплексометрическое, осадительное и окислительно-восстановительное титрование. Индикаторы и стандартные растворы.

Коллоквиум №2.

1. Классификация хроматографических методов анализа. Хроматографические параметры.
2. Газовая хроматография. Характеристики удерживания, коэффициенты распределения.
3. Схема устройства газового хроматографа: блок ввода и испарения пробы, колонки, термостаты, детекторы. Подвижные и неподвижные фазы в газовой хроматографии.
4. Газо-жидкостная хроматография. Подвижные и неподвижные фазы в газо-жидкостной хроматографии.
5. Жидкостная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Аппаратура в методе жидкостной хроматографии. Подвижные и неподвижные фазы.
6. Жидкостно-адсорбционная хроматография. Ионообменная хроматография.
7. Ионная хроматография с использованием подавляющей колонки. Гель-хроматография.
8. Плоскостная хроматография (тонкослойная и бумажная). Нанесение проб, детектирование. Качественный и количественный анализ.

Коллоквиум №3.

1. Сущность электрохимических процессов. Классификация электродов, электрохимическая ячейка.
2. Прямая потенциометрия (ионометрия) и потенциометрическое титрование.
3. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование.
4. Вольтамперометрия: анодный и катодный ток. Электроды, вольтамперные кривые.
5. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование.

Коллоквиум №4.

1. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия (МАС). Аппаратура, качественный и количественный анализ.
2. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС). Аппаратура, качественный и количественный анализ.
3. Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС). Аппаратура, качественный и количественный анализ.
4. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Возбуждение ядер в магнитном поле, условие магнитного резонанса. Устройство ЯМР-спектрометра. Применение ЯМР.
5. Масс-спектрометрия. Устройство масс-спектрометра. Системы ввода пробы, источники ионизации, детекторы.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится собеседованием со студентом по вопросу билета.

Перечень вопросов к зачету:

1. Биологические среды. Особенности пробоподготовки.
2. Химический анализ. Этапы химического анализа, требования. Адсорбция и десорбция (сорбенты и растворители).
3. Химические методы анализа. Титриметрические методы анализа. Кислотно-основное, осадительное, комплексометрическое и окислительно-восстановительное титрование. Индикаторы и рабочие растворы данных методов. Кривая кислотно-основного титрования.
4. Классификация хроматографических методов анализа. Хроматографические параметры.
4. Газовая хроматография. Характеристики удерживания, коэффициенты распределения. Процессы разделения в газовой фазе.
5. Схема устройства газового хроматографа: блок ввода и испарения пробы, колонки, термостаты, детекторы. Подвижные и неподвижные фазы в газовой хроматографии.

6. Газо-жидкостная хроматография. Подвижные и неподвижные фазы в газо-жидкостной хроматографии.
7. Жидкостная хроматография. Аппаратура в методе жидкостной хроматографии. Подвижные и неподвижные фазы.
8. Жидкостно-адсорбционная хроматография. Ионообменная хроматография.
9. Ионная хроматография и гель-хроматография.
10. Плоскостная хроматография (тонкослойная и бумажная). Нанесение проб, детектирование. Качественный и количественный анализ.
11. Применение ионообменной, плоскостной и сверхкритической флюидной хроматографии при анализе биологических сред.
12. Сущность электрохимических процессов. Классификация электродов, электрохимическая ячейка. Прямая потенциометрия (ионометрия) и потенциометрическое титрование.
13. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование.
14. Вольтамперометрия: анодный и катодный ток. Электроды, вольтамперные кривые.
15. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование.
16. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия (МАС).
17. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС). Коррекция фонового излучения.
18. Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС). Схемы оптических спектрометров в спектроскопических методах анализа. Качественный и количественный анализ.
19. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Возбуждение ядер в магнитном поле, условие магнитного резонанса. Устройство ЯМР-спектрометра. Применение ЯМР.
20. Масс-спектрометрия. Устройство масс-спектрометра. Системы ввода пробы, источники ионизации, детекторы. Качественный и количественный анализ в масс-спектрометрии.

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала дисциплины;
- 2) умение применять теоретические знания для решения практических задач;
- 3) владение теоретическими основами дисциплины, способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется шкала: «зачтено», «не зачтено».

Оценка	Критерии оценок
Зачтено	<i>Полное соответствие ответа обучающегося базовому уровню освоения необходимой компетенции. Продемонстрировано знание теоретических основ дисциплины, умение применять теоретические знания для решения практических задач, студент полностью выполнил программу лабораторных занятий.</i>
Не зачтено	<i>Неудовлетворительное соответствие ответа обучающегося базовому уровню освоения необходимой компетенции. У студента отсутствует знание теоретических основ дисциплины, программа лабораторных занятий выполнена частично.</i>

Задания раздела 20.1 и 20.2 (раздел На усмотрение преподавателя) рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины.

Тестовые задания (средний уровень сложности)

– средний уровень сложности (в формулировке задания перечислены все варианты ответа (на Образовательном портале «Электронный университет ВГУ» реализованы с помощью вопросов следующих типов: множественный выбор, верно/неверно, на соответствие, все или ничего)):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

1. Перечислить факторы, влияющие на величину скачка титрования сильных протолитов:

- 1) концентрация используемых растворов
- 2) сила электролита
- 3) температура
- 4) все выше перечисленное.

Ответ: 4.

2. Перечислить приемы определения неизвестной концентрации в инструментальных методах анализа:

- 1) метод градуировочного графика, стандартов, добавок
- 2) метод стандартов и добавок
- 3) метод градуировочного графика, инструментальное титрование
- 4) метод стандартов, добавок, градуировочного графика, инструментальное титрование.

Ответ: 4.

3. Укажите физический смысл молярного коэффициента поглощения:

- 1) величина падения излучения при прохождении света через раствор
- 2) величина, определяющая скорость излучения
- 3) величина, показывающая сколько электромагнитного излучения поглотилось раствором с концентрацией 1 моль/ л при толщине светопоглощающего слоя 1 см
- 4) величина вероятности перехода системы из основного состояния в возбужденное.

Ответ: 3.

4. Какой хроматографический параметр в газовой хроматографии является качественной характеристикой для данного компонента?

- 1) отношение времени пребывания компонента в подвижной и неподвижной фазах
- 2) время от момента ввода пробы до выхода максимума хроматографического пика
- 3) отношение скорости движения вещества к скорости движения подвижной фазы
- 4) число теоретических тарелок.

Ответ: 2

5. На чем основан кулонометрический анализ?

- 1) на измерении количества электричества, необходимого для электрохимического превращения определяемого вещества при электролизе его раствора
- 2) на измерении силы тока, потраченной на осуществление электрохимической реакции в данной пробе
- 3) на электрохимическом получении титранта с последующей его реакцией с анализируемым веществом
- 4) на определении времени электролиза при прохождении через раствор определенного количества электричества

Ответ: 1

6. Перечислить условия применимости закона Бугера - Ламберта - Бера:

- 1) монохроматическое излучение при постоянной температуре и pH раствора
- 2) параллельный пучок падающего излучения
- 3) разбавленные растворы без участия побочных реагентов с толщиной слоя светопоглощения менее 5 мм с ограниченным временем созревания окраски раствора при исследовании поглощения в видимой области спектра
- 4) все перечисленное верно.

Ответ: 4

7. Укажите преимущества газо-адсорбционной хроматографии перед газо-жидкостной хроматографией:

- 1) более широкий интервал рабочих температур, более устойчивое положение базовой линии, равновесие устанавливается быстрее
- 2) однородность поверхности сорбента, симметричная форма пиков, равновесие устанавливается быстрее
- 3) легкость стандартизации и выбора неподвижной фазы, широкий интервал рабочих температур

4) симметричная форма пиков, легкость стандартизации неподвижной фазы, равновесие устанавливается быстрее.

Ответ: 1

8. Что называется аналитической пробой?

- 1) проба вещества, выделяемая из объединенной пробы и предназначенная для формирования аналитических проб
- 2) часть анализируемого объекта, отражающая его качество
- 3) минимальное количество пробы вещества, используемое для проведения анализа
- 4) часть анализируемого объекта, средний состав и свойства которого должны быть идентичны во всех отношениях среднему составу и свойствам всего объекта.

Ответ: 4

9. На чем основан метод эмиссионной спектроскопии?

- 1) на измерении поглощения излучения атомами определяемого элемента
- 2) на измерении интенсивности света, излучаемого возбужденными атомами или молекулами при введении вещества в высокотемпературный источник
- 3) на измерении излучения света, поглощенного свободными атомами
- 4) на измерении свечения атомов, ионов, молекул при электронном переходе в этих частицах при их возвращении из возбужденного состояния в нормальное.

Ответ: 2

10. Перечислить преимущества применение потенциометрического титрования перед обычным окислительно-восстановительным титрованием:

- 1) используется при отсутствии индикатора в мутных и окрашенных растворах
- 2) исключаются субъективные ошибки визуального определения конечной точки титрования, высокая точность и чувствительность
- 3) нет искажений результатов в определении потенциала из-за малой диффузионной составляющей
- 4) все перечисленное верно.

Ответ: 4

Тестовые задания (открытые)

– средний уровень сложности (в формулировке задания отсутствуют варианты ответа (на Образовательном портале «Электронный университет ВГУ» реализованы с помощью вопросов следующих типов: **короткий ответ**, **числовой ответ**)):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

1. Что такое скачок титрования в кислотно-основном титровании?

Ответ: резкое изменение pH раствора от состояния, когда раствор недотитрован на 0,1 % от объема титранта в точке эквивалентности, до состояния, когда раствор перетитрован на ту же величину.

2. Дать определение стандартному электродному потенциалу?

Ответ: это потенциал полуреакции при равенстве концентраций окисленной и восстановленной форм вещества (1 моль/дм^3), измеренный относительно стандартного водородного электрода при давлении 1 атм. и температуре 25°C .

3. Перечислите требования, предъявляемые к кислотно-основным индикаторам.

Ответ: индикатор должен быть чувствителен к минимальному количеству добавляемых сильных кислот или щелочей; равновесие между различно окрашенными ионизированной и неионизированной формами индикатора должно устанавливаться быстро; интервал перехода окраски индикатора не должен быть большим.

4. Указать основные узлы прибора, используемого в спектральных абсорбционных методах анализа.

Ответ: источник света; монохроматизатор; кюветы с раствором сравнения и исследуемым раствором; приемник света.

5. Дать определение индикаторным электродам и электродам сравнения.

Ответ: Индикаторный электрод - электрод, потенциал которого зависит от концентрации определяемых ионов; электрод сравнения – электрод, потенциал которого остается постоянным на протяжении процесса измерения.

Задачи:

– средний уровень сложности:

- 5 баллов – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход решения);
- 2 балла – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода решения задачи, или, в случае если задание состоит из решения нескольких подзадач, 50% которых решены верно;
- 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).

– повышенный уровень сложности:

- 10 баллов – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход решения);
- 5 баллов – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода решения задачи;
- 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).

Задачи (средний уровень сложности):

1. К раствору $MgSO_4$ добавили аммиачный буферный раствор и 20 мл 0,025 М раствора Трилона Б. Избыток Трилона Б оттитровали 15 мл 0,02 М раствором $ZnCl_2$. Найдите массу сульфата магния в исследуемом растворе.

Решение: Рассчитаем количество молей сульфата магния в растворе по формуле:

$$n(MgSO_4) = (C_1 \cdot V_1 - C_2 \cdot V_2) / 1000,$$

где C_1 и V_1 - концентрация и объем исходного раствора Трилона Б;

C_2 и V_2 - концентрация и объем раствора хлорида цинка, пошедшие на титрование избытка трилона Б.

Получим: $n(MgSO_4) = (0,025 \cdot 20 - 0,02 \cdot 15) / 1000 = 0,0002$ моль

Массу $MgSO_4$ можно рассчитать как произведение количества молей вещества на его молярную массу.

$$m(MgSO_4) = n(MgSO_4) \cdot M(MgSO_4) = 0,0002 \cdot 120 = 0,024 \text{ г}$$

Ответ: $m(MgSO_4) = 0,024 \text{ г}$.

2. Молярный коэффициент светопоглощения комплекса бериллия с ацетилацетоном при 294 нм равен $3,16 \cdot 10^4$. Какое минимальное содержание бериллия (в %) можно определить в навеске равной 1,0 г, помещенной в мерную колбу вместимостью 50 мл, в кювете с толщиной слоя 5 см, если минимальное значение оптической плотности равно 0,025?

Решение:

По уравнению Бегера-Ламберта-Бера находим концентрацию бериллия в растворе в моль/л:

$$C = A / (\epsilon \cdot l) = 0,025 / (5 \cdot 3,16 \cdot 10^4) = 1,58 \cdot 10^{-7} \text{ (моль/л)}.$$

Рассчитываем содержание бериллия в г:

$$m = (C \cdot V \cdot M) / 1000 = (1,58 \cdot 10^{-7} \cdot 50 \cdot 9,01) / 1000 = 7,11 \cdot 10^{-8} \text{ (г)}.$$

Рассчитываем минимальное содержание бериллия в %:

$$\omega = (m_{\text{вещества}} / m_{\text{навески}}) \cdot 100\% = (7,11 \cdot 10^{-8} / 1) \cdot 100\% = 7,11 \cdot 10^{-6} \%$$

Ответ: ω (бериллия) = $7,11 \cdot 10^{-6} \%$.

Задача (повышенный уровень сложности):

Определить окислительно-восстановительный потенциал в системе, если к 50 мл 0,1 М FeCl_2 добавлено: а) 30 мл 0,1М $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$; б) 70 мл 0,1М $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$.

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 = 0.77 \text{ В}; \quad E_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}}^0 = 1.44 \text{ В}$$

Решение:

а) $n(\text{FeCl}_2) = C \cdot V = 0,1 \cdot 50 = 5$ моль; $n(\text{Ce}(\text{SO}_4)_2) = C \cdot V = 0,1 \cdot 30 = 3$ моль

Потенциал раствора определяется редокс-парой исходного вещества $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$.

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 + 0,059/1 \cdot \lg \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]}$$

где расчет двух- и трехвалентного железа таков: $[\text{Fe}^{2+}] = \frac{C_0 \cdot V_0 - C_T \cdot V_T}{V_0 + V_T}$; $[\text{Fe}^{3+}] = \frac{C_T \cdot V_T}{V_0 + V_T}$.

$$\text{Получим: } [\text{Fe}^{2+}] = \frac{0,1 \cdot 50 - 0,1 \cdot 30}{50 + 30} = 0,025 \text{ М}; \quad [\text{Fe}^{3+}] = \frac{0,1 \cdot 30}{50 + 30} = 0,0375 \text{ М}.$$

Подставляя данные титрования, получаем потенциал в системе:

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0,77 + 0,059/1 \cdot \lg \frac{0,0375}{0,025} = 0,77 + 0,059 \cdot \lg 1,5 = 0,78 \text{ В}$$

б) 1) $n(\text{FeCl}_2) = C \cdot V = 0,1 \cdot 50 = 5$ моль; $n(\text{Ce}(\text{SO}_4)_2) = C \cdot V = 0,1 \cdot 70 = 7$ моль

Потенциал раствора определяется уже другой редокс-парой (титранта) $\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}$.

$$E_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}} = E_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}}^0 + 0,059/1 \cdot \lg \frac{[\text{Ce}^{4+}]}{[\text{Ce}^{3+}]}$$

где расчет четырех- и трехвалентного церия таков: $[\text{Ce}^{4+}] = \frac{C_T \cdot V_T - C_0 \cdot V_0}{V_0 + V_T}$; $[\text{Ce}^{3+}] = \frac{C_0 \cdot V_0}{V_0 + V_T}$.

$$\text{Получим: } [\text{Ce}^{4+}] = \frac{0,1 \cdot 70 - 0,1 \cdot 50}{50 + 70} = 0,0167 \text{ М}; \quad [\text{Ce}^{3+}] = \frac{0,1 \cdot 50}{50 + 70} = 0,0417 \text{ М}.$$

Подставляя данные титрования, получаем потенциал в системе:

$$E_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}} = 1,44 + 0,059/1 \cdot \lg \frac{0,0167}{0,0417} = 1,42 \text{ В}$$

Ответ: а) 0,78 В; б) 1,42 В.