



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.02.03 Основы стехиометрии и химического эксперимента

Направление подготовки: 04.04.01 Химия

Направленность (профиль): Теоретическая и экспериментальная химия

Квалификация (степень): *магистр*

Форма обучения: *очная*

Факультет: медицинский

Кафедра: химико-биологических дисциплин и фармакологии

	очная форма	очно- заочная форма	заочная форма
Курс	1		
Семестр/триместр	1,2		

Лекции	24		
Лабораторные занятия			
Практические (семинарские) занятия	28		
Консультации			
Форма(ы) промежуточной аттестации	Зачет с оценкой (1 семестр) Экзамен- 0,3 (2 семестр)		
Контроль	9		
Иные формы работы			
Самостоятельная работа	262,7		

Всего часов: **324**

Трудоемкость: **9 зачетных единиц**

Разработчик(и) рабочей программы: к.х.н., доцент Пахомова О.А.

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины: освоение обучающимися современных научных подходов и методов исследования в химии; формирование навыков самостоятельной научно-исследовательской работы, углублённого изучения теоретических и методологических основ строения химических веществ и их превращений.

Задачи изучения дисциплины:

- дать знания о методологии химических наук, основных приёмах исследования химических объектов, владения современными информационными технологиями, основ математической статистики для обработки первичных экспериментальных данных;
- сформировать умение применять на практике современные образовательные и информационные технологии, использовать методы наблюдения, классификации химических объектов в профессиональной деятельности.

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках обязательной части блока Б1. Дисциплины (модули)

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием	Знать: - теоретические и практические основы в избранной области химии или смежных наук, - основные проблемы, возникающие в процессе научного исследования, в области химии с точки зрения современных научных теорий, осмысливать и делать обоснованные выводы из научной и учебной литературы.	Знает: - знаки химических элементов, формулы химических веществ и уравнения химических реакций; - теоретические и практические основы в избранной области химии или смежных наук.
	Уметь: - использовать существующие и разрабатывать новые методики получения и характеристики веществ и материалов для	Умеет: - использовать существующие и разрабатывать новые методики получения и характеристики веществ и

современных приборов, программно-обеспечения и баз данных профессионального назначения	решения задач в избранной области химии или смежных наук.	материалов для решения задач в области химии.
	Владеть: - методикой использования современным оборудованием, программным обеспечением и профессиональными базами данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук.	Владеет: -навыками по решению типовых задач профессиональной деятельности;
ОПК-2 Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	Знать: - современные расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач.	Знает: - современные расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач.
	Уметь: - проводить критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретировать их	Умеет: - проводить критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретировать их
	Владеть: - навыками формулирования заключения и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук.	Владеет: - навыками формулирования заключения и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук.
ОПК-4 Способен готовить публикации, участвовать в	Знать: - основные правила представления результатов профессиональной деятельности в виде научных и научно-	Знает: - основные правила представления результатов профессиональной деятельности в виде научных и

профессиональных дискуссиях, представлять результаты профессиональной деятельности в виде научных и научно-популярных докладов	популярных докладов.	научно-популярных докладов.
	Уметь: - представлять результаты работы в виде научной публикации (тезисы доклада, статья, обзор) на русском и английском языке.	Умеет: - представлять результаты работы в виде научной публикации (тезисы доклада, статья, обзор) на русском и английском языке.
	Владеть: - основными коммуникативными приемами делового общения в профессиональной среде, грамотно и аргументированно излагать свою точку зрения	Владеет: - основными коммуникативными приемами делового общения в профессиональной среде, грамотно и аргументированно излагать свою точку зрения

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	Раздел 1. Методы химических исследований	108	6	10		92
1	Тема 1. Основы стехиометрии	22	2	2		18
2	Тема 2. Химическая реакция как основа химических методов анализа	20		2		18
3	Тема 3. Растворы. Кристаллизация	20		2		18
4	Тема 4. Перегонка. Экстракция	22	2	2		18
5	Тема 5. Хроматографические	24	2	2		20

	методы разделения и идентификация веществ					
	<i>Форма отчетности Зачет с оценкой</i>					
	<i>Итого за 1 семестр</i>	<i>108</i>	<i>6</i>	<i>10</i>		<i>92</i>
	Раздел 2. Качественные и количественные методы анализа					
6	Тема 6. Специфические методы изучения свойств и структуры веществ	32	2	2		28
7	Тема 7. Спектроскопия в изучении веществ	32	2	2		28
8	Тема 8. Капиллярный электрофорез	32	2	2		28
9	Тема 9. Качественный анализ химических веществ	36	4	4		28
10	Тема 10. Количественные методы анализа в химии	36	4	4		28
11	Тема 11. Основы метрологии в химическом анализе	38,7	4	4		30,7
	<i>Форма отчетности Экзамен</i>	<i>0,3</i>				
	<i>Контроль</i>	<i>9</i>				
	<i>Итого за 2 семестр</i>	<i>216</i>	<i>18</i>	<i>18</i>		<i>170,7</i>
	<i>ВСЕГО</i>	<i>324</i>	<i>24</i>	<i>28</i>		<i>262,7</i>

Очно-заочная форма обучения
не реализуется

Заочная форма обучения
не реализуется

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы (в тестовой форме), реферата

Типовой вариант контрольной работы

В тестовой форме:

1. Химические соединения переменного состава называют:

- а) сложными веществами;
- б) дальтонидами;
- в) комплексными веществами;
- г) бертоллидами.

2. Какая формулировка закона постоянства состава наиболее точна?

- а) Все вещества имеют постоянный состав независимо от способа получения;
- б) вещества всегда имеют постоянный состав;
- в) химические соединения молекулярного строения имеют постоянный состав;
- г) все вещества имеют постоянный состав, т.е. состоят из одинаковых молекул.

3. Цвет раствора, содержащего ионы меди:

- а) Голубой;
- б) Желтый;
- в) Малиновый;
- г) Розовый.

4. Укажите все правильные утверждения о молярной массе вещества:

- а) Используется для расчета объема вещества исходя из количества вещества;
- б) Числовое значение равно относительной молекулярной массе;
- в) Зависит от молярного объема вещества и условий измерения;
- г) Используется для расчета массы вещества исходя из количества вещества;
- д) Рассчитывается как сумма относительных атомных масс элементов, которые входят в состав вещества, с учетом стехиометрических соотношений;
- е) Для всех веществ равна $6,02 \cdot 10^{23}$ г/моль.

5. В основе кулонометрического метода анализа лежат законы:

- а) Кулона;
- б) Ампера;
- в) Фарадея;
- г) Нернста.

6. Химические соединения постоянного состава называют:

- а) бертоллидами;
- б) веществами;
- в) дальтонидами;
- г) корпускулидами.

7. Чистыми веществами называют:

- а) вещества, которые обладают постоянными свойствами;
- б) вещества, в которых под микроскопом нельзя обнаружить разнородные частицы;
- в) вещества, которые состоят из молекул одного вида;
- г) вещества, которые не содержат примесей.

8. Первоочередные действия при ожоге кожи кислотой:

- а) обработать 0,5% раствором перманганата калия;
- б) наложить стерильную повязку;
- в) обмыть водой и обработать 3% раствором соды;
- г) обмыть водой и обработать 2% раствором борной кислоты.

9. При потенциометрическом титровании можно определить отдельно в растворе при совместном присутствии следующие галогенид -ионы

- а) Cl^- , Br^- , I^- ;
- б) Cl^- , Br^- ;
- в) Br^- , I^- ;
- г) Cl^- , I^- .

10. Посуда для точного отмеривания жидкостей:

- а) мерный цилиндр;
- б) химический стакан;
- в) градуированная пипетка;
- г) мензурка.

11. Установите соответствие между видом химического эксперимента и его характеристикой:

ХАРАКТЕРИСТИКА

- А) проводится только учителем;
- Б) проводится для контроля умений;
- В) проводится под руководством учителя;
- Г) выводы формулируются самостоятельно учащимися;

- Д) краткость в исполнении, наглядность и эффективность;
Е) содержит несколько опытов, раскрывающих суть одного процесса.

ВИД ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

- 1) демонстрационный опыт;
- 2) лабораторная работа;
- 3) практическая работа.

12. Установите соответствие между аллотропным видоизменением кислорода и свойствами, которыми эта модификация обладает:

МОДИФИКАЦИЯ

- 1) O₂;
- 2) O₃;

СВОЙСТВО

- А) бесцветный;
- Б) без запаха;
- В) пахучий;
- Г) бледно-фиолетовый;
- Д) более бактерициден.

13. Оксид кальция растворен в кислоте. Докажите, что молярная масса эквивалента оксида металла равна сумме молярных масс эквивалентов металла и кислорода.

14. Установите соответствие между названиями и формулами соединений Нитрогена

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

1. Нитроген (IV) оксид;
2. Аммиак;
3. Аммоний нитрат;
4. Нитратная кислота.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- А) NH₃;
- Б) NH₄NO₃;
- В) HNO₃;
- Г) NO₂.

Примерная тематика рефератов

1. Методы исследования оптически активных веществ. Колебательная оптическая активность.
2. Аномальное рассеяние рентгеновских лучей – метод определения абсолютной конфигурации.
3. Аномальное рассеяние рентгеновских лучей. Нормальное рассеяние. Закон Фриделя. Рассеяние рентгеновских лучей в области поглощения атома.
4. Методы изучения поляризуемости и магнитной оптической активности. Рэлеевское рассеяние света. Эффект Керра. Практическое применение рэлеевского рассеяния и эффекта Керра.
5. Магнитный круговой дихроизм и дисперсия магнитного оптического вращения.

6. Капиллярный электрофорез. Физико-химические основы метода. Практическое применение.
7. Диэлькометрия. Методы определения электрических дипольных моментов молекул. Основные экспериментальные методики (первый метод Дебая, второй метод Дебая, метод молекулярных пучков, метод электрического резонанса).
8. Масс-спектрометрия. Теоретические основы метода. Ионизация атомов и молекул. Методы ионизации.
9. Масс-спектрометрия. Техника и методика эксперимента. Магнитный масс-спектрометр. Динамический масс-спектрометр. Спектрометры ион-циклотронного резонанса.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета с оценкой, экзамена с использованием следующих оценочных материалов: *перечень вопросов к зачету с оценкой (1 семестр), перечень вопросов к экзамену (2 семестр)*.

Вопросы к зачету с оценкой (1 семестр, очная форма обучения)

- 1 Особенности и области применения физико-химических методов анализа.
- 2 Спектроскопия: определение, общие понятия, классификация методов.
- 3 Электронные, колебательные и вращательные спектры биомолекул.
- 4 Колориметрия. Цвет раствора. Оптические свойства окрашенных растворов. Коэффициент пропускания. Оптическая плотность.
- 5 Принцип работы спектральных приборов
- 6 Основной закон светопоглощения. Молярный показатель поглощения.
7. Спектр поглощения вещества. Принцип аддитивности. Измерение многокомпонентных растворов.
8. Измерение в максимуме спектральной полосы поглощения. Измерение оптической плотности на оптимальной длине волны. Изобестическая точка.
- 9 Определение концентрации вещества спектральными методами: метод построения калибровочного графика. Метод стандартных добавок. Метод дифференциальной фотометрии. Определение концентрации по молярному показателю поглощения.
- 10 Люминесцентный анализ. Виды люминесценции и их классификация.
- 11 Флуоресцентный анализ. Характеристики флуоресценции. Принципиальная схема работы флуориметра
- 12 Основные законы молекулярной флуоресценции. Области применения флуоресценции.
- 13 Биолюминесценция. Области практического применения биолуминисценции
- 14 Инфракрасная спектроскопия. Теоретические основы инфракрасной спектроскопии.

- 15 Особенности инфракрасной спектроскопии органических и природных соединений
- 16 Фурье-спектроскопия. Принцип работы Фурье-спектрометра.
- 17 Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Теоретические и технические основы метода.
- 18 Потенциометрия, общие принципы метода.
- 19 Электродные потенциалы. Электроды, используемые в потенциометрии.
- 20 Прямая потенциометрия. Потенциометрическое титрование.
- 21 Стеклообразные ион-чувствительные электроды
- 22 Возможные источники погрешности при измерении pH
- 23 Хроматография. Характеристика хроматографической колонки сорбентов.
- 24 Классификация хроматографических методов.
- 25 Основные понятия хроматографии. Удерживание. Разделение. Разрешение.
- 26 Принципы хроматографического разделения веществ. Теория тарелок и теория скоростей.
- 27 Ионообменная хроматография. Основы метода.
- 28 Гель-фильтрация. Основы метода.
- 29 Аффинная хроматография. Основы метода.
- 30 ВЭЖХ. Основы метода. Сорбенты для ВЭЖХ
- 31 Газовая хроматография. Виды газовой хроматографии.
- 32 Теория и принципы сверхкритической флюидной хроматографии.
33. Мембранные методы разделения веществ

Вопросы к экзамену (2 семестр, очная форма обучения)

1. Цели и задачи стехиометрии. Чувствительность химических реакций.
2. Классификации методов химического анализа.
3. Классификация химических реакций.
4. Пробоотбор. Оценка величины пробы. Генеральная, лабораторная и аналитическая пробы. Правила отбора твердых, жидких и газообразных проб. Потери и загрязнения при пробоотборе
5. Подготовка пробы к анализу. Высушивание пробы. Разложение пробы.
6. Классификация качественного анализа. Дробный и систематический анализ. Требования к групповым реагентам.
7. Сущность метода гравиметрии. Общий ход гравиметрического анализа. Гравиметрические факторы веществ. Высушивание, прокаливание и взвешивание продукта реакции.
8. Осаждение, созревание осадка. Источники погрешностей и методы их устранения. Осаждаемая и весовая форма и требования, предъявляемые к ним. Преимущества органических осадителей перед неорганическими.
9. Сущность титриметрического анализа, способы титрования, классификация методов титриметрического анализа. Стандартные растворы. Первичные и вторичные стандарты. Фиксаналы. Кривые титрования.

10. Хроматографические методы анализа. Классификация хроматографических методов анализа.
11. Газовая хроматография. Устройство и принцип работы газового хроматографа.
12. Хроматографические колонки: насадочные, капиллярные. Колонки в ГЖХ и в ГАХ.
13. Детекторы в газовой хроматографии.
14. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Детектирование в жидкостной хроматографии.
15. Качественный и количественный анализ в хроматографии.
16. Важнейшие узлы спектральных приборов.
17. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Основные узлы прибора для ААС.
18. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Схема пламенного фотометра.
19. Методы беспламенной атомизации в АЭС. Атомизация с индуктивно связанной плазмой. Схема аргоновой горелки. Достоинства и недостатки методов.
20. Электронная спектроскопия поглощения. Качественный анализ в электронной спектроскопии поглощения. Применение УФ-спектроскопии.
21. Количественный анализ в электронной спектроскопии поглощения. Фотоэлектроколориметрия. Схема однолучевого фотоэлектроколориметра.
22. Рефрактометрия. Измерение показателя преломления раствора. Применение рефрактометрии в химическом анализе.
23. Потенциометрия. Классификация электродов.
24. Уравнение Никольского. Применение метода смешанных растворов и метода отдельных растворов в потенциометрии.
25. Ионметрия. Метод калибровочного графика, метод добавок. Потенциометрическое титрование.
26. Применение потенциометрии.
27. Кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Применение кондуктометрии.
28. Сравнительная оценка методов количественного определения: математическая обработка результатов измерений.
29. Систематические погрешности. Выявление, оценка и устранение систематических погрешностей.
30. Случайные погрешности. Генеральная и выборочная совокупности. Методы выявления промахов.
31. Капиллярный электрофорез. Физико-химические основы метода.
32. Применение масс-спектрометрии. Хромато-масс-спектрометрия.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Аналитическая химия. Химический анализ : учебник для вузов / И. Г. Зенкевич, С. С. Ермаков, Л. А. Карцова [и др.]. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 444 с. — ISBN 978-5-8114-9169-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187755> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Никольский, А. Б. Химия : учебник и практикум для вузов / А. Б. Никольский, А. В. Суворов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 507 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03930-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511226>

4.2. Дополнительная литература

1. Рыбальченко, И. В. Элементарные химические операции при постановке химического эксперимента : учебное пособие : [16+] / И. В. Рыбальченко, Е. М. Баян, Е. С. Медведева ; Южный федеральный университет. — Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2019. — 110 с. : ил., табл., схем. — Режим доступа: по подписке. —

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=598603> — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-9275-3322-0. — Текст : электронный.

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://www.anchem.ru/	Российский химико-аналитический портал	Свободный доступ
2.	http://edu.ru/	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	Свободный доступ

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем
----	---	--	--

			предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.garant.ru	Информационно-правовой портал	Свободный доступ
3.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ
4.	www.consultant.ru	Российская компьютерная справочно-правовая система	Свободный доступ
5.	https://data.gov.ru/	Портал открытых данных Российской Федерации	Свободный доступ

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.