Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 05.08.2026 16:48:43
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b348

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»

Направление подготовки
19.03.01 Биотехнология

Профиль «Биотехнология»

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2026

Разработчик(и):

Старший преподаватель кафедры «ХимБиотех» Р.Х. Магжанов

Доцент кафедры «ХимБиотех»,
канд. хим. наук Е.Б. Годунов

Согласовано:
Заведующий кафедрой «ХимБиотех»,
д-р с.-х. наук, доцент Н.В. Мясищева

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине....4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы....5
3. Структура и содержание дисциплины....5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость....5
3.2. Тематический план изучения дисциплины....6
3.3. Содержание дисциплины....8
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий....10
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)....12
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение....12
4.1. Нормативные документы и ГОСТы....12
4.2. Основная литература....12
4.3. Дополнительная литература....12
4.4. Электронные образовательные ресурсы....12
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение....13
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы....14
5. Материально-техническое обеспечение....14
6. Методические рекомендации....15
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения....15
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....15
7. Фонд оценочных средств....16
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения....17
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения....17
7.3. Оценочные средства....18

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью и задачами дисциплины является теоретическая и практическая подготовка бакалавра к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению:

- изучение химических и физико-химических методов анализа;
- изучение методов разделения и концентрирования веществ, которые служат теоретической основой для методов синтеза и анализа различных соединений;
- познание теоретической основы и получение практических навыков выбора метода анализа и его проведения.

В результате изучения дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» студенты должны:

знать:

- теоретические и практические подходы к определению состава смесей и индивидуальных химических веществ, методы их выделения, разделения и концентрирования;
- теоретические основы химического и физико-химических методов анализа веществ, теоретические и практические подходы к планированию эксперимента, обработки и представления полученных результатов.

уметь:

- обеспечивать входной и выходной аналитический контроль качества сырья и продукции биохимических производств. планировать эксперимент, обрабатывать и представлять полученные результаты;
- планировать эксперимент, математически обрабатывать и представлять полученные результаты, обеспечивать входной и выходной аналитический контроль сырья и продуктов;

владеть:

- умением выбора метода анализа природных объектов и смесей веществ, методами планирования и осуществления эксперимента и технологических процессов, в соответствии с регламентом и использовать технические средства обработки и представления полученных результатов;
- техническими средствами для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции, обработки и представления полученных результатов, а также методами планирования эксперимента осуществления эксперимента и технологических процессов, в соответствии с регламентом и использовать технические средства обработки и представления полученных результатов.

Обучение по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1. Способность изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы основываясь на законах и закономерностях, математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	ИОПК-1.2. Способен изучать и анализировать биологические объекты и процессы
ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные	ИОПК-7.3. Готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические и микробиологические методы	данные

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1: Модуль «Математические и естественно-научные дисциплины».

Дисциплина «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОПОП:

- Общая и неорганическая химия;
- Органическая химия;
- Физическая химия;
- Коллоидная химия;
- Химия биологически активных веществ;
- Основы экологии и токсикологии.

Для усвоения дисциплины студенты должны иметь предварительную подготовку по химии в объеме курса «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п

	Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часов)	
			3	4
1	**Аудиторные занятия**	**126**	**54**	**72**
	В том числе:			
1.1	Лекции	42	24	18
1.2	Семинарские/практические занятия	34	16	18
1.3	Лабораторные занятия	50	14	36
2	**Самостоятельная работа**	**54**	**24**	**30**
	В том числе:			
2.1	решение расчетных задач по вариантам / тестов		12	15
2.2	подготовка к лабораторным работам		12	15
	Итого часов	180	78	102
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	экз;экз	экзамен	экзамен

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Химические методы анализа.**	**78**	**24**	**16**	**14**		**54**
1.1	Тема 1. Введение.	2	2				
1.2	Тема 2. Предмет, задачи и методы аналитической химии.	10	4	2			4
1.3	Тема 3. Качественный анализ.	18	4	2	8		4
1.4	Тема 4. Методы разделения, выделения и концентрирования.	10	4	2			4
1.5	Тема 5. Количественный анализ.	20	6	4	6		4
1.6	Тема 6. Расчеты в объёмном анализе.	10	2	4			4
1.7	Тема 7. Метрология анализа.	8	2	2			4
2	**Раздел 2. Физико-химические методы анализа.**	**102**	**18**	**18**	**36**		**30**
2.1	Введение в физико-химические методы анализа. Общие сведения о физико-химических методах анализа (ФХМА).	3	2				1
2.2	Электрохимические методы анализа. Часть I.	3	2				1
2.3	Электрохимические методы анализа. Часть II.	3	2				1
2.4	Спектроскопические методы анализа.	3	2				1
2.5	Молекулярная абсорбционная спектроскопия.	3	2				1
2.6	Фотометрический метод анализа.	3	2				1
2.7	Нефелометрия, турбидиметрия и рефрактометрия.	3	2				1
2.8	Ионный обмен.	3	2				1
2.9	Хроматографический метод анализа.	3	2				1
2.10	Вводное занятие. Правила работы и техника безопасности. Лабораторная работа «Состав и приготовление растворов».	5			4		1
2.11	Кондуктометрия. Лабораторная работа «Определение содержания кислоты методом кондуктометрического титрования».	5			4		1
2.12	Вольтамперометрия. Лабораторная работа «Амперометрическое титрование сульфат-ионов».	5			4		1

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
2.13	Потенциометрия. Лабораторная работа «Определение общего содержания железа».	5			4		1
2.14	Электрохимические методы анализа Собеседование по лабораторным работам.	6			4		2
2.15	Фотометрия. Лабораторная работа «Определение содержания хрома (VI) в водном растворе».	5			4		1
2.16	Ионный обмен. Лабораторная работа «Определение катионов меди в воде».	5			4		1
2.17	Собеседование по лабораторным работам.	11			8		3
2.18	Практическое занятие «Расчеты и основные приемы определения состава в физико-химическом анализе».	3		2			1
2.19	Практическое занятие «Равновесие в растворах слабых и сильных электролитов».	3		2			1
2.20	Практическое занятие «Гетерогенное равновесие произведение растворимостей».	3		2			1
2.21	Практическое занятие «Комплексные соединения в физико-химических методах анализа».	3		2			1
2.22	Практическое занятия «Расчеты в электрохимических методах анализа».	3		2			1
2.23	Практическое занятие «Расчеты в атомно абсорбционной спектроскопии».	3		2			1
2.24	Практическое занятие «Расчеты в методах рефрактометрии и турбидиметрии».	3		2			1
2.25	Практическое занятие «Расчеты в хроматографическом методе анализа».	3		2			1
2.26	Практическое занятие «Статистическая обработка результатов измерений в физико-химическом анализе».	3		2			1
	Итого	180	**42**	**34**	**50**		**54**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Химические методы анализа.

Тема 1. Введение.

Аналитическая химия как наука об определении химического состава веществ. Химический и физико-химический анализ как средство контроля качества сырья и продукции химической промышленности, а также контроля чистоты окружающей среды.

Тема 2. Предмет, задачи и методы аналитической химии.

Задачи и классификация методов анализа в зависимости от объекта исследования. Виды и этапы анализа. Понятие о качественном и количественном анализе, химических и физико-химических методах анализа. Основные требования к методам анализа: предел обнаружения, избирательность, специфичность, правильность, воспроизводимость, экспрессность и др.

Тема 3. Качественный анализ.

Понятие о качественной аналитической реакции. Аналитическая форма, аналитические признаки. Требования, предъявляемые к качественным аналитическим реакциям. Типы аналитических реакций, условия их проведения. Аналитическая классификация катионов и анионов. Дробный и систематический анализ. Идентификация неорганических соединений на основе данных качественного химического анализа.

Тема 4. Методы разделения, выделения и концентрирования.

Разделение и концентрирование: количественные характеристики. Характеристика методов осаждения и соосаждения. Произведение растворимости и применение его для вычисления концентрации насыщенного раствора малорастворимого электролита и возможности выпадения осадка. Хроматография. Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию фаз, на основе элементарного акта, по способу проведения процесса. Экстракция. Растворители, экстрагенты. Электрохимические методы разделения, методы испарения, управляемая кристаллизация и др.

Тема 5. Количественный анализ.

Количественный анализ. Химические методы количественного анализа: гравиметрия и титриметрия.

Гравиметрия

Сущность гравиметрического анализа и его применение.

Титриметрический метод анализа.

Основные положения титриметрического анализа. Типы химических реакций, используемые в титриметрии и требования, предъявляемые к ним. Титрование; точка эквивалентности; Кривые титрования. Вычисление результатов титрования. Основные положения титриметрического анализа.

Кислотно-основное титрование.

Теоретические основы кислотно-основного титрования. Факторы, влияющие на характер кривой титрования и величину скачка. Индикация конечной точки кислотно-основного титрования. Кислотно-основные индикаторы. Интервал pH перехода окраски индикаторов. Примеры практического использования метода кислотно-основного титрования.

Комплексометрия. Комплексоно-метрическое титрование

Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Требования, предъявляемые к реакциям титрования в комплексометрии. Особенности реакции комплексообразования ионов металлов с ЭДТА в зависимости от pH. Кривые комплексонометрического титрования. Металлоиндикаторы. Важнейшие металлоиндикаторы. Способы комплексонометрического титрования. Избирательность титрования и способы её повышения. Примеры практического использования.

Методы окислительно-восстановительного титрования

Стандартный и формальный потенциалы окислительно-восстановительных систем. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Индикаторы. Классификация методов окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия, йодометрия, хроматометрия, броматометрия и др.

Тема 6. Расчеты в объёмном анализе.

Способы выражения концентраций в объёмном анализе. Расчеты эквивалентных масс в обменных и окислительно-восстановительных реакциях. Закон эквивалентов.

Расчеты в методах нейтрализации, окисления восстановления, осаждения и комплексообразования.

Тема 7. Метрология анализа.

Понятия метрология и измерение. Задачи аналитической химии как метрологической науки. Погрешности химического анализа. Метрологические и аналитические характеристики методов анализа.

Основные понятия классической статистики.

Раздел 2. Физико-химические методы анализа.

Тема 1. Введение в физико-химические методы анализа. Общие сведения о физико-химических методов анализа (ФХМА).

Основные понятия и определения. Классификация ФХМА. Обзор состояния современных методов и аппаратуры. Метрологические и аналитические характеристики методов анализа. Аналитический контроль в производстве маркировочный, технологический, поверочный и текущий. Значение ФХМА в мониторинге окружающей среды. Требование к методам анализа: правильность, воспроизводимость, чувствительность и точность.

Общие приемы определения концентрации анализируемого вещества: метод серии, метод стандартов, метод градуировочного графика. Аналитический сигнал, проба. Прямые и косвенные методы анализы.

Математическая обработка результатов измерений и общие приемы определения концентрации анализируемого вещества.

Тема 2. Электрохимические методы анализа (часть I).

Общая характеристика и классификация методов анализа. Электрохимические методы анализа. Классификация электрохимических методов анализа по измеряемому параметру Классификация по способу измерения. Электрохимическая ячейка, электроды сравнения и индикаторные электроды. Обратимость электрохимических реакций. Влияние тока на протекание электродных реакций. Уравнение Нернста. Кондуктометрия. Понятие электропроводимости, удельная эквивалентная и эквивалентная электропроводимости. Прямая и косвенная кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование, характерные зависимости кривых кондуктометрического титрования и области его применения. Потенциометрия. Способы проведения анализа в кондуктометрии. Прямая и косвенная потенциометрии. Графические способы определения конечной точки титрования. Электроды в потенциометрии. Ионоселективные электроды. Стеклянный электрод. Выбор индикаторного электрода для различных химических реакций применение метода

Тема 3. Электрохимические методы анализа (часть II).

Вольтамперометрия. Понятие о поляризации электрода. Виды поляризации. Особенности вольтамперометрии. Количественный анализ. Уравнение Ильковича. Явления, искажающие вид полярограмм и их устранение. Потенциал полуволны и его связь с током диффузии. Инверсионная вольтамперометрия. Возможные типы кривых и расчет концентрации анализируемого вещества.

Кулонометрия. Сущность метода. Закон Фарадея. Измерение количества электричества. Кулонометрия при постоянном потенциале и постоянном токе. Кулонометрическое титрование, его особенности.

Тема 4. Спектроскопические методы анализа.

Явления, обусловленные корпускулярной природой света. Виды спектроскопии. Явления, обусловленные волновой природой света. Оптические методы анализа. Классификация спектров. Атомные эмиссионные спектры, их получение и регистрация. Эмиссионная фотометрия пламени. Процессы, протекающие в пламени. Зависимость интенсивности излучения от концентрации. Уравнение Ломакина-Шайбе. Помехи в эмиссионной фотометрии пламени. Применение фотометрии пламени

Тема 5. Молекулярная абсорбционная спектроскопия.

Происхождение и представление спектров. Общие сведения о молекулярных спектрах. Применение электронных, колебательных и вращательных спектров. Характеристика поглощения. Основной закон светопоглощения. Условия применения закон Бугера-Ламберта-Бера. Закон аддитивности светопоглощения. Классификация методов молекулярной абсорбционной спектроскопии. Метод ИК –спектроскопии, применение и ограничения метода.

Тема 6. Фотометрический метод анализа.

Основные этапы и условия фотометрического анализа. Фотометрический анализ двухкомпонентных смесей. Спектрофотометрический анализ двухкомпонентных смесей. Приемы определения неизвестной концентрации в фотометрии. Фотометрическое и спектрофотометрическое титрование. Основные узлы приборов фотометрического и спектрофотометрического анализов

Тема 7. Нефелометрия, турбидиметрия и рефрактометрия.

Рефрактометрия, количественная характеристика и метод измерения показателя преломления. Факторы влияющие на показатель преломления. Определение концентрации вещества с помощью рефрактометра. Нефелометрия и турбидиметрия. Взаимодействие света со взвешенными частицами раствора. Реакции используемые в методах. Возможности и характеристики методов. Закон Рэлея и его применение для нефелометрии и турбидиметрии. Приемы нахождения концентрации анализируемого вещества. Применение методов в анализе.

Тема 8. Ионный обмен.

Явление сорбции, понятия адсорбции, абсорбции, сорбента. Определение ионного обмена, его сущность. Факторы, влияющие на ионный обмен. Виды и состав ионитов. Физико-химические свойства ионитов. Применение ионитов.

Тема 9. Хроматографический метод анализа.

Сущность хроматографии. Классификация хроматографических методов анализа. Газовая хроматография, её достоинства и области применения. Основные теоретические подходы. Хроматографические пики и их параметры. Принципиальная схема газового хроматографа. Количественный анализ. Способы расчета содержания вещества(метод абсолютной калибровки, внутреннего стандарта, внутренней нормализации).

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Практические занятия

Раздел 1. Химические методы анализа

Тема 2. Предмет, задачи и методы аналитической химии.

Тема 3. Качественный анализ.

Тема 4. Методы разделения, выделения и концентрирования.

Тема 5. Количественный анализ.

Тема 6. Расчеты в объёмном анализе.

Тема 7. Метрология анализа.

Раздел 2. Физико-химические методы анализа

1. Способы выражения состава растворов , приготовление растворов заданной концентрации.

2. Равновесие в растворах слабых и сильных электролитов. pH и pOH водных растворов.

3. Гетерогенное равновесие. Произведение растворимости. Солевой эффект и дробное осаждение.

4. Комплексные соединения в физико-химических методах анализа.

5. Расчеты содержания анализируемого вещества в основных электрохимических методах (кондуктометрия, потенциометрия, кулонометрия и вольтамперометрия).

6. Расчеты концентрации анализируемого вещества в спектроскопических и фотометрическом методах анализа.

7. Расчеты в рефрактометрии, нефелометрии и турбидиметрии. Техника проведения измерений.

8. Хроматографический метод анализа: расчеты содержания анализируемого вещества. Техника проведения газовой, жидкостной и высокоэффективной хроматографии.

9. Статистическая обработка результатов аналитических измерений.

3.4.2. Лабораторные занятия

Раздел 1. Химические методы анализа

Тема 3. Качественный анализ

Лабораторная работа «Качественные реакции катионов 1 и 2 аналитических групп».

Лабораторная работа «Анализ смеси катионов 1 и 2 аналитических групп».

Лабораторная работа «Качественные реакции катионов 3 и 4 аналитических групп».

Лабораторная работа «Качественные реакции анионов».

Лабораторная работа «Анализ соли».

Тема 5. Количественный анализ

Лабораторная работа «Определение содержания карбонатов натрия и калия в растворе» или «Определение устранимой жесткости воды».

Лабораторная работа «Определение содержания ионов меди в растворе» или «Определение содержания железа (II) в соли».

Лабораторная работа «Определение общей жесткости воды».

Раздел 2. Физико-химические методы анализа

Вводное занятие. Правила работы и техника безопасности в химической лаборатории. Техника химического эксперимента. Контроль и мониторинг в технологических процессах и окружающей среде.

Лабораторная работа «Способы выражения состава растворов. Приготовление растворов заданной концентрации».

Кондуктометрия.

Лабораторная работа «Определение содержания кислоты кондуктометрическим титрованием».

Лабораторная работа «Определение содержания катионов цинка в водных растворах».

Потенциометрия

Лабораторная работа «Определение общего содержания железа».

Лабораторная работа «Определение содержания анилина в водных растворах».

Лабораторная работа «Определение ионного состава водного раствора».

Лабораторная работа «Определение водородного показателя водных растворов».

Лабораторная работа «Определение фторид ионов ионоселективным электродом».

Вольтамперометрия.

Лабораторная работа «Амперометрическое титрование сульфат-ионов».

Фотометрия.

Лабораторная работа «Определение содержания хрома (VI) в водном растворе».

Лабораторная работа «Определение содержания железа (III) с сульфосалициловой кислотой».

Рефрактометрия

Лабораторная работа «Определение содержания глицерина в водном растворе».

Ионный обмен

Лабораторная работа «Определение катионов меди (II) в воде».

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Учебным планом не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Минобрнауки России от 11.03.2015 № 193).
2. Приказ Минобрнауки России от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по программам высшего профессионального образования – программам бакалавриата, программам специалитета программам магистратуры».
3. Приказ Минобрнауки от 25.08.2017 №816 «Об утверждении порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».
4. Нормативно-методические документы Минобрнауки России.
5. Локальные нормативные акты Университета.

4.2 Основная литература

1. Никитина, Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под редакцией Н. Г. Никитиной. — 5-е изд., испр. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 451 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18193-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://biblio-online.ru/bcode/582531.

2. Никитина, Н. Г. Аналитическая химия : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под редакцией Н. Г. Никитиной. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 451 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-18102-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://biblio-online.ru/bcode/583522.

3. Практическое руководство по электрохимическим методам анализа : учебник для вузов / Г. А. Коваленко, Д. Б. Кальный, В. В. Коковкин, П. Е. Плюснин. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 73 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19561-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://biblio-online.ru/bcode/568931.

4.3 Дополнительная литература

1. Аналитическая химия. Химические методы анализа. Лабораторный практикум. / Н.М. Баранаева, А.Н.Кусков, В.С. Васильев, А.П. Адылина, М.: Московский Политех, 2019. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=38513963

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных ка-

федрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы. Разработанные ЭОР включают тренировочные и итоговые тесты.

Раздел 1. Химические методы анализа https://online.mospolytech.ru/mod/resource/view.php?id=212376

Раздел 2. Физико-химические методы анализа https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=6930

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1	Astra Linux Common Edition	ООО "РУСБИТЕХ-АСТРА"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/305783/?sphrase_id=954036
2	МойОфис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы. Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (раздел Электронная библиотека МПУ http://lib.mgup.ru/, https://mospolytech.ru/obuchauschimsya/biblioteka/) и к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам):

1. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ / Харитонов Ю. Я. , Григорьева В. Ю. , Краснюк И. И. (мл.). - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 688 с. - ISBN 978-5-9704-6183-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" [сайт]. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970461839.html. - Режим доступа : по подписке. - Текст: электронный.

2. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Учебник : учебник / Ю. Я. Харитонов, В. Ю. Григорьева, И. И. Краснюк (мл.). - 7-е изд., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 656 с. - ISBN 978-5-9704-7016-9, DOI: 10.33029/9704-7016-9-ACH2-2022-1-656. - Электронная версия доступна на сайте ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970470169.html. - Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.

3. Российский химико-аналитический портал «ANChem.ru» –Профессиональный интернет ресурс , посвященный аналитической химии и химическому анализу и метрологии URL: http://www.anchem.ru/.

4. Электронно-библиотечная система IPRbooks – URL: https://www.iprbookshop.ru/.

4. Ch net - официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Internet. – URL: https://www.chem.msu.ru/rus/.

5. Электронная библиотека учебных материалов по химии МГУ – URL: https://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/.

6. Электронные химические библиотеки – URL: https://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	https://www.consultant.ru/	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
	Лань	https://e.lanbook.com	Доступна в сети Интернет без ограничений
	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru	Доступна в сети Интернет без ограничений
	Юрайт	https://urait.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	Профессиональный интернет ресурс, посвященный аналитической химии и химическому анализу и метрологии	http://www.anchem.ru	Доступна в сети Интернет
Профессиональные базы данных			
	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Лекционная аудитория ПК 510. 129626, Москва, ул. Павла Корчагина, д. 22, стр. 2	Столы учебные со скамьями, аудиторная доска, переносной мультимедийный комплекс (проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя: стол, стул, тумбочка для установки ноутбука.
	Лаборатории кафедры «ХимБиотех»	Лаборатория оборудована компьютерной и мультимедийной

	ПК 411, 433, 526, 529 129626, Москва, ул. Павла Корчагина, д. 22, стр. 1	техникой. Термометры; спектрофотометр СФ; вытяжные шкафы; электронные аналитические весы; весы лабораторные электронные; pH-метры; аквадистиллятор; фотоколориметры; кондуктометры, кулонометр «Эксперт». При проведении лабораторных работ студенты используют специальную химическую посуду: мерные цилиндры, колбы конические и мерные; пипетки, бюретки, пробирки. Лаборатория оснащена вытяжными шкафами для работы с кислотами, щелочами, легколетучими веществами. Лабораторный практикум включает работы как по классическому качественному и количественному анализу (качественный анализ катионов и анионов, кислотно-основное, комплексометрическое и осадительное титрование), так и работы на современных приборах (электрохимические и оптические методы анализа).

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Обучая студентов дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», преподаватель имеет цель развить у них правильное понимание сущности различных методов анализа на основе современных теоретических положений химии, сообщить им сведения о соответствии основных методов анализа и важнейших свойств химических элементов и их соединений.

Изложение теоретического и фактического материала курса осуществляется на лекциях. Параллельно с лекционными занятиями проводятся семинары и лабораторный практикум.

Основной формой изучения дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»», как и любой другой дисциплины в высшем учебном заведении, является самостоятельная работа обучающегося, которая включает в себя проработку лекционного материала, учебников и учебных пособий, выполнение лабораторных работ, подготовку к семинарам и сдаче экзамена или зачета. В тоже время преподаватель осуществляет систематический контроль за самостоятельной работой студентов путем проверки подготовленности студентов к лабораторным занятиям и семинарам (индивидуальный опрос, проверка домашних заданий, просмотр записей лекций, прием результатов лабораторных работ, проведение проверочных работ, которые по существу являются зачетными).

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изложение теоретического и фактического материала курса осуществляется на лекциях. Параллельно с лекционными занятиями проводятся семинары и лабораторный практикум. Основной формой изучения дисциплины «Аналитическая химия», как и любой другой дисциплины в высшем учебном заведении, является самостоятельная работа обучающегося, которая включает в себя:

- работу над лекционным материалом;
- работу над разделами курса полностью или частично выносимыми на самостоятельное изучение;
- работу при подготовке к семинарам и лабораторным работам

Главная задача студента во время лекции заключается во внимательном слушании лекции и записи ее основного содержания. Для записей лекций следует пользоваться отдельной тетрадью. Основная ошибка отдельных студентов состоит в том, что они стремятся дословно записать все, что говорит лектор, и поэтому часто следят не за мыслью, а за словом, не улавливая смысла излагаемого материала. Для записей лекций следует пользоваться отдельной тетрадью. Запись вести на одной стороне тетради, оставляя вторую сторону для внесения соответствующих дополнений.

Следует иметь в виду, что не все вопросы программы, относящиеся к той или иной теме, обязательно излагаются на лекции. Некоторые из них должны изучаться самостоятельно в процессе работы над данной темой. В этом случае необходимо законспектировать рекомендуемую лектором литературу. При конспектировании избегать дословного переписывания авторского текста, стараясь отразить лишь наиболее важные моменты. Исключения допускаются лишь для формулировок наиболее важных закономерностей.

При подготовке к семинарам и проверочной работе необходимо:

а) внимательно, несколько раз прочитать свой конспект, соответствующие разделы учебников и учебных пособий;

б) просмотреть рекомендации по выполнению упражнений;

в) письменно ответить на теоретические вопросы.

При подготовке к лабораторным работам следует внимательно ознакомиться с теоретическим введением к работе и методикой выполнения эксперимента. Краткое теоретическое введение и результаты анализа записывают в лабораторный журнал.

В качестве лабораторного журнала используется общая тетрадь с заполненным титульным листом.

Лабораторный журнал является единственным документом о проведении эксперимента. Вести записи на черновиках не рекомендуется. Уравнения реакций должны быть четко записаны, так как небрежная запись может вызвать ошибку.

Отчет о результатах анализа оформляют по схеме приложенной к описанию каждой лабораторной работы

Каждая лабораторная работа по завершении эксперимента, оформления и защиты должна быть подписана у преподавателя.

7. Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- защита лабораторных работ;
- ответы студента на вопросы тестовых заданий;
- результаты интернет-тестирования.

Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, билетов для проведения экзамена, приведены в приложении 2.

Обучение по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-1	Способность изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы основываясь на законах и закономерностях, математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях.
ОПК-7	Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические и микробиологические методы.

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» (прошли промежуточный контроль, выполнили лабораторные работы).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение и защита студентом лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой и прохождение всех промежуточных тестов не ниже, чем на 60% правильных ответов. Промежуточные тестирования могут проводится как в аудитории Университета под контролем преподавателя, так и дистанционном формате на усмотрение преподавателя.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах

Шкала оценивания	Описание
	показателей, оперирует приобретенными знаниями, но допускаются незначительные ошибки, неточности при аналитических операциях, затрудняется при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, допускаются значительные ошибки, неточности при аналитических операциях, испытывает значительные затрудняется при применении навыков в новых ситуациях.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Перечень оценочных средств по дисциплине: «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»

№ ОС	Наименование оценочного средств	Краткая характеристика оценочно-го оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1.	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
2.	ЗЛР	Средство проверки умений и навыков применять полученные знания для решения практических задач помощью инструментальных средств.	Вопросы к допуску и защите лабораторных работ Вопросы для самопроверки к лекциям
3.	Устный опрос, собеседование (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

№ ОС	Наименование оценочного средств	Краткая характеристика оценочного оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
4.	Разноуровневые задачи и задания (РЗЗ)	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей. Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Комплект разноуровневых задач и заданий

Раздел 1. Химические методы анализа

Примеры вопросов для собеседования

1. Сульфидная классификация катионов. Действие групповых реактивов 2, 3, 4 аналитических групп.

2. Какие соединения катионов Mg^{2+}, Ba^{2+}, Ca^{2+}, Sr^{2+} растворимы и какие нерастворимы в воде? Приведите примеры реакций получения их нерастворимых соединений.

3. Можно ли обнаружить Ba^{2+} в присутствии Ca^{2+} и Sr^{2+} реакцией: а) с SO_4^{2-}, б) K_2CrO_4?

4. Водные растворы каких катионов 2 и 3 аналитических групп имеют цвет?

5. Почему, при взаимодействии солей алюминия и хрома с $(NH_4)_2S$ выпадают в осадок $Al(OH)_3$ и $Cr(OH)_3$, а не сульфиды? (Ответ подтвердите уравнениями реакций).

6. Какими реакциями можно обнаружить катионы: Fe^{2+}, Fe^{3+}, Ni^{2+}? (Ответ подтвердите уравнениями реакций).

7. Какими реакциями можно обнаружить катионы: Cu^{2+}, Cd^{2+}? (Ответ подтвердите уравнениями реакций).

8. Расчеты при построении кривых титрования (примеры).

9. Расчеты результатов титриметрического анализа. Нормальная (эквивалентная) концентрация, Титр. Титр по определяемому веществу.

10. Классификация физико-химических методов анализа. Аналитический сигнал, его зависимость от концентрации определяемого вещества.

11. Характеристика методов анализа. Чувствительность, предел обнаружения, воспроизводимость и правильность метода анализа.

12. На основе заданных результатов анализа рассчитать среднюю квадратичную погрешность отдельного определения.

13. Кондуктометрия. Удельная и эквивалентная электропроводимость раствора. Измерение удельной электропроводимости с помощью моста Уитстона и ее расчет.

14. Прямая и косвенная кондуктометрия. Расчет концентрации анализируемого вещества по результатам кондуктометрических измерений.

15. Прямая потенциометрия. Электрохимическая ячейка, рабочий электрод, электроды сравнения. Уравнение Нернста. Ионоселективные электроды. Стеклянный электрод.

16. Потенциометрическое титрование: физическое изображение результатов для определения конечной точки титрования.

17. Кулонометрия. Сущность метода. Кулонометрия при контролируемом потенциале и постоянной силе тока. Способы определения окончания электролиза. Особенность кулонометрического титрования.

18. Полярография. Поляризация электрода. Уравнение Тафеля.

19. Полярография. Предельный ток диффузии и его связь с потенциалом полуволны. Расчет концентрации анализируемого вещества.

20. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Законы светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Аппаратура измерения поглощения света.

21. Техника проведения фотоколориметрии и спектрофотометрии с использованием методов добавок и градуировочного графика.

22. ИК-спектроскопия. Происхождение и области ИК-спектров. Применение ИК-спектроскопии.

23. Атомно-эмиссионная спектроскопия Эмиссионная фотометрия пламени. Схема устройства пламенного фотометра. Способы определения концентрации.

24. Ядерно-химические методы анализа. Основные типы радиоактивных превращений. Регистрация излучения. Активационный анализ и метод изотопного разбавления.

25. Жидкостная и газовая хроматография. Детектирование сигнала в хромотографии.

Примеры разноуровневых задач и заданий:

Задание № 1

1. Методы разделения и концентрирования (перечислить). Краткая характеристика метода экстракции. Экстрагенты и растворители.

2. Каково условие выпадения осадка с учетом ПР? Какие вычисления необходимо провести, чтобы выяснить возможность выпадения осадка?

3. Задача. Вычислить pH 0,1н раствора уксусной кислоты ($K_д(CH_3COOH) = 1{,}74 \cdot 10^{-5}$). Каково будет значение pH при разбавлении раствора в 100 раз?

4. Разделить смесь двумя способами: Sr^{2+}, Ag^{+}, Fe^{3+}, Bi^{3+}, Ba^{2+}.

Задание № 2

1. Химические методы количественного анализа. Титриметрия. Сущность метода.

2. Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации). Примеры использования метода. Расчеты при построении кривых титрования (примеры).

3. С каким индикатором следует титровать 100 мл 0,1 н соляной кислоты HCl 0,1 н щелочью NaOH?

4. Задача. Из навески руды, равной 0,4266 г, в результате анализа получено 0,3046 г Fe_2O_3. Каково процентное содержание железа в руде?

Раздел 2. Физико-химические методы анализа

Текущий контроль знаний выполняется по лекционному курсу, практическим и лабораторным занятиям. По теории и решению задач с использованием тестовых заданий, а также на лабораторных занятиях.

Тестовые задания приведены на сайте Мосполитех с применением дистанционного обучения университета (СДО LMS).

Результаты текущего контроля путем тестирования считаются успешно выполненными, если положительные ответы составляют не менее 60% от общего числа заданий.

Пример тестовых заданий

В хлоридсеребряный электрод сравнения для контакта с ионами раствор добавляют:

1) раствор соляной кислоты;

2) раствор хлорида калия;

3) раствор гидроксида натрия.

Вопросы к лабораторным работам

Примеры вопросов к лабораторной работе «Определение содержания кислоты кондуктометрическим титрованием»

Вопросы для допуска лабораторной работе:

1. Объяснить сущность комплексонометрического метода анализа.

2. В чём различие полидентатных и монодентатных комплексов для аналитического определения?

3. Для какой цели необходимо применение буферных растворов?

4. Почему следует применять натриевую соль ЭДТА вместо ЭДТУ?

5. Какое значение фактора эквивалентности нужно применять для расчета содержания цинка?

Вопросы для защиты лабораторной работы:

1. Объяснить последовательность выполняемой работы.

2. Можно ли применять для определения цинка щелочные буферные растворы?

3. Напишите реакцию взаимодействия комплексона III с катионами цинка.

4. Какие причины при титровании вызывают изменения электропроводимости?

5. Будут ли изменяться результаты титрования при повышении температуры титруемого раствора?

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводятся в 3 и 4 сестрах обучения в форме экзамена.

Раздел 1. Химические методы анализа

Пример теста

1. Специфическими методами анализа можно определить … (выберите один ответ):

а) группу веществ;

б) только одно вещество;

в) два вещества.

2. Условия осаждения ионов Na^+ … (выберите один ответ):

а) pH = 5-7, нагревание;

б) pH =7-9, «на холоду»;

в) pH 7-9, н.у.

3. Ионы Sr^{2+} обнаруживают при pH …, обнаружению мешают ионы … (выберите один ответ):

а) pH = 5-7, ионы 1 аналитической группы;

б) pH =5-7, ионы Ba^{2+}, Ca^{2+};

в) pH 7-9, Ba^{2+}, Ca^{2+}.

4. Систематический анализ основан на разделении смеси катионов с помощью… (выберите один ответ):

а) характерных реакций;

б) специфических реакций;

в) реакций с групповыми реактивами.

5. Cu^{2+}, Na^{+}, Pb^{2+}, Zn^{2+}, Ca^{2+}.Разделить смесь катионов, используя систематический анализ по сульфидной и кислотно основной классификациям: Cu^{2+}, Na^{+}, Pb^{2+}, Zn^{2+}, Ca^{2+}. Решение предоставить. Условие выпадение осадка … (выберите один ответ):

а) ионное произведение < произведения растворимости;

б) произведения растворимости < ионного произведения;

в) произведение растворимости = ионному произведению.

6. В гравиметрическом анализе весовые определения проводятся с ошибкой …, для расчета массы определяемого компонента используют формулу (выберите один ответ):

а) с ошибкой 0,2%, $m_{опр} = m_{грав} \frac{M_{опр}}{M_{грав}}$,

б) с ошибкой 0,02%, $m_{опр} = m_{грав} \cdot F$;

в) с ошибкой 0,2%, $m_{опр} = m_{грав} \cdot F$.

7. Методы объёмного анализа … (выберите один ответ):

а) прямое, обратное, косвенное;

б) кислотно-основное, окислительно-восстановительное, комплесообразования и осаждения;

в) метод пипетирования и метод отдельных навесок.

8. Ёмкость буферного раствора это … (выберите один ответ):

а) соотношение концентраций кислоты (основания) и соли;

б) предельное количество сильной кислоты или щелочи (в моль/л), введение которого в буферный раствор вызывает изменение pH только на 1;

в) максимальные концентрации кислоты (щелочи) и соли в буферном растворе, при которых pH раствора остается постоянным.

9. Кривые титрования дают возможность … (выберите один ответ):

а) рассчитать концентрацию определяемого вещества;

б) определить точку эквивалентности и выбрать индикатор;

в) определить правильность выбранного метода.

10. Каждый кислотно-основной индикатор можно применить … (выберите один ответ):

а) для титрования определённой пары «кислота – основание»;

б) для титрования любой пары «кислота – основание»;

в) для титрования определённой пары «кислота – основание» при соблюдении определенных условий.

11. Индикаторы окислительно-восстановительного титрования чувствительны … (выберите один ответ):

а) к изменению потенциала системы;

б) к изменению концентрации одного из реагентов;

в) к изменению концентрации одного из продуктов реакции.

12. Метод йодометрии применим для определения … (выберите один ответ):

а) только окислителей:

б) только восстановителей;

в) и окислителей и восстановителей.

13. В качестве органических титрантов используют … (выберите один ответ):

а) органические кислоты;

б) органические основания;

в) аминополикарбоновые кислоты.

14. В качестве индикатора в методе Фаянса используют … (выберите один ответ):

а) хромат калия;

б) железоаммонийные квасцы;

в) адсорбционные индикаторы.

15. Задача. В конической колбе приготовлен раствор из навески пероксида водорода равной 0,1875 г. На титрование этого раствора пошло 18,87 мл раствора $KMnO_4$ с T = 0,004284 г/мл. Вычислить процентное содержание H_2O_2 в анализируемом образце.

Ответ дать с точностью до 4-го знака. Решение задачи предоставить.

Раздел 2. Физико-химические методы анализа

Экзамен проводится по билетам с последующим собеседованием. Время на подготовку к экзамену 45 минут, устное собеседование 10 минут. Проведение экзамена с применением средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с распоряжением «Порядок проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий»

Вопросы для подготовки к экзамену «Физико-химические методы анализа»

1. Количественный и качественный анализ. Аналитический сигнал. Интенсивные и экстенсивные свойства веществ. Классификация методов анализа. Характеристика методов анализа. Чувствительность, предел обнаружения, воспроизводимость и правильность.

2. Классификация и общая характеристика химических, физических и физико-химических, биологически и биохимических методов анализа.

3. Титриметрический анализ. Закон эквивалентов. Молярная концентрация эквивалентов.

4. Сущность методов определения и расчет концентрации анализируемой пробы.

5. Кондуктометрический метод анализа. Удельная и эквивалентная электропроводимость растворов. Сущность метода определения и расчет концентрации анализируемой пробы.

6. Потенциометрический метод анализа. Электродный потенциал, уравнение Нернста. Прямая и косвенная потенциометрия. Сущность методов определения и расчет концентрации исследуемой пробы.

7. Полярография. Вольтамперные кривые уравнения зависимости тока диффузии от концентрации анализируемой пробы. Потенциал полуволны, расчет концентрации исследуемой пробы.

8. Кулонометрический метод анализа. Закон Фарадея. Сущность метода определения и расчет концентрации анализируемой пробы.

9. Атомная эмиссионная спектроскопия. Эмиссионная фотометрия пламени. Атомные спектры. Способы определения и расчет концентрации анализируемой пробы.

10. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Спектры поглощения. Принципиальная схема устройства приборов молекулярной абсорбционной спектроскопии.

11. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Спектрофотометрия. Спектры поглощения.

12. Принципиальная схема устройства фотометров.

13. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Нефелометрия и турбидиметрия.

14. Сущность методов определения расчет концентрации анализируемой пробы. Спектры поглощения.

15. Ионообменная и жидкостная хроматография. Сущность методов определения расчет концентрации анализируемой пробы.

16. Газовая хроматография. Сущность методов определения расчет концентрации анализируемой пробы.

17. Титриметрический анализ. Закон эквивалентов. Молярная концентрация эквивалентов. Сущность методов определения и расчет концентрации анализируемой пробы.

Примерные варианты билетов для экзамена (Физико-химические методы анализа)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра «ХимБиотех»
Дисциплина «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Количественный и качественный анализ. Аналитический сигнал. Интенсивные и экстенсивные свойства веществ. Классификация методов анализа.
2. Атомная эмиссионная спектроскопия. Эмиссионная фотометрия пламени. Атомные спектры. Способы определения и расчет концентрации анализируемой пробы.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «ХимБиотех» «__» _____ 20__ г., протокол № __.

Заведующий кафедрой «ХимБиотех» _____

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра «ХимБиотех»
Дисциплина «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Характеристика методов анализа. Чувствительность, предел обнаружения, воспроизводимость и правильность.
2. Атомная эмиссионная спектроскопия. Эмиссионная фотометрия пламени. Атомные спектры. Способы определения и расчет концентрации анализируемой пробы.
3. Задача

Утверждено на заседании кафедры «ХимБиотех» «__» _____ 20__ г., протокол № __.

Заведующий кафедрой «ХимБиотех» _____

Примеры экзаменационных задач

1. Рассчитать объем исходного раствора серной кислоты с массовой долей 15,41% и плотностью 1,05 г/мл, необходимый для приготовления 2 л 4% раствора кислоты с плотностью 1,025 г/мл.

2. Рассчитать молярную концентрацию $C(H_2SO_4)$ и молярную концентрацию эквивалента $C_{экв}(H_2SO_4)$ раствора серной кислоты с массовой долей $\omega(H_2SO_4) = 20\%$ и плотностью $\rho = 1{,}14$ г/мл. Объем раствора принять 1 л.

3. В воде объемом 200 мл растворили гидроксид натрия массой 20 г. Определить $\omega(NaOH)$, $\chi(NaOH)$, $C(NaOH)$, $C_{экв}(NaOH)$, приняв плотность полученного раствора равной 1,1 г/мл/

4. Вычислить степень диссоциации и концентрации ионов $C(NH^{4+})$ и $C(OH^-)$ гидрооксида аммония NH_4OH с концентрацией $C_Э(NH_4OH) = 0{,}1$ моль·экв/л. Константа диссоциации гидрооксида аммония $K_д = 1{,}79 \cdot 10^{-3}$.

5. Вычислить ионную силу растворов: 0,01 М KCl и 0,005 М $Ba(NO_3)_2$.

6. Вычислить активности ионов калия $a(K^+)$ и сульфат-ионов $a(SO_4^{2-})$ в 0,001 М в растворе K_2SO_4. Коэффициенты активности этих ионов соответственно равны $f(K^+) = 0{,}90$ и $f(SO_4^{2-}) = 0{,}67$.

7. Рассчитать $\alpha(OH^-)$ при $t = 20°C$, если $\alpha(H^+) = 2 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

8. Навеску сплава массой 0,8456 г растворили с помощью электролиза при силе тока 0,200 А в течении 20 мин. и полностью выделили на катоде кадмий Cd. Вычислить массовую долю кадмия в сплаве.

9. pK комплекса $[CoNH_3)_4]^{3+}$ равен 35,21. Найти константу нестойкости $K_{нест}$.

10. Найти константу нестойкости $K_{нест}$ комплекса $[HgI_4]^{2-}$ если $pK_{1\text{-}4} = 29{,}83$.

11. Вычислить концентрацию комплексообразователя и лиганда в 1 М растворе, если общая константа нестойкости $[Ag(CN_2)]$ равна $1{,}0\ 10^{-21}$.

12. Молярный коффициент поглощения ε раствора железа с дитизоном при $\lambda = 485$ нм в кювете длиной 1 см равен $6{,}81 \cdot 10^4$. Вычислить оптическую плотность раствора *A*, содержащего 3 мг железа в 5 мл раствора.

13. Рассчитать потенциал платинового электрода в конечной точке титрования $E_{экв}$ при титровании сульфита натрия Na_2SO_3 раствором бромата калия $KBrO_3$ в кислой среде:

$NaBrO_3 + 3Na_2SO_3 = NaBr + 3Na_2SO_4$

$BrO_3^- + 3SO_3^{2-} = Br^- + 3SO_4^{2-}$

Стандартные электродные потенциалы окислительно-восстановительных систем равны $E^0(Pt|Br^-,BrO_3^-) = +1{,}45$ В и $E^0(Pt|SO_4^{2-},SO_3^{2-}) = +0{,}17$ В.

14. При спектрофотометрическом определении Ca^{2+} в виде комплексного соединения с комплексоном III оптическая плотность раствора, содержащего 0,022 мг Ca^{2+} в 50,0 мл органического растворителя, оказалась равной $A = 0{,}326$. Измерения проводились в кювете с толщиной слоя $l = 5$ см при определенных условиях. Вычислить значение молярного коэффициента поглощения комплекса.

15. Для определения содержания Fe в анализируемом образце методом добавок навеску 0,3250 г растворили, перенесли в мерную колбу вместимостью 100,0 мл и довели объем раствора до метки. Для приготовления окрашенного раствора отобрали аликвоту 20,0 мл, добавили необходимые реактивы и довели объем раствора до 50,0 мл. Оптическая плотность исследуемого раствора и такого же раствора с добавкой 0,2 мг Fe равны $A_x = 0{,}250$ и $A_{x+ст} = 0{,}370$ соответственно. Рассчитать массовую долю (%) Fe в образце.

16. Рассчитать концентрацию (моль/л) MnO_4^- и $Cr_2O_7^{2-}$ при их совместном присутствии в растворе по следующим данным спектрофотометрических измерений.

Ион	λ, нм	$A_{смеси}$	ε(MnO_4^-)	ε($Cr_2O_7^{2-}$)
MnO_4^-	550	0,71	2100	0
$Cr_2O_7^{2-}$	430	0,42	500	220

17. При какой силе тока необходимо выделить всю медь в течение 30 мин из 0,1 М раствора $Cu(NO_3)_2$ объемом 200 мл.

18. При определении калия в удобрении навеску удобрения 0,2146 г растворили в 200,0 мл дистиллированной воды. В три мерные колбы вместимостью 50,0 мл поместили по 15,0 мл этого раствора. Во вторую и третью колбы добавили соответственно 5,0 и 10,0 мл стандартного раствора, полученного растворением 0,1525 KCl в 100 мл дистиллированной воды. Все растворы довели до метки и измерили интенсивность излучения калия в пламени. Результаты фотометрирования: I_x =38,0; $I_{x+ст1}$ =62,5 $I_{x+ст2}$ =87,0. Определить методом добавок массовую долю калия в удобрении.

19. Навеску массой 2,35 г, содержащую нитрат натрия и органические вещества в молекулярной форме, растворили в 100 мл воды. 20 мл полученного раствора пропустили через катионит в H^+ форме. Элюат оттитровали 15,8 мл 0,075 М раствором щелочи. Рассчитать массовую долю нитрата натрия в растворе.

20. При определении содержания марганца в легированной стали навеску стали 4,9912 г растворили в кислоте и довели объем раствора до 250 мл. Для измерений отобрали аликвоту раствора 10 мл, поместили в колбу вместимостью 50 мл и довели объем до метки. При фотометрировании в высокотемпературном пламени интенсивность излучения составила 78 ед. Интенсивность излучения стандартного $3{,}0\cdot10^{-4}$ М раствора $MnCl_2$ составила 54 ед.. Определить методом сравнения содержание марганца в стали (%).

21. Вычислить мольную рефракцию четыреххлористого углерода, если показатель преломления n_D^{20} = 1,46003, а плотность d_4^{20} = 1.604. Сравнить найденную рефракцию с вычисленной по таблицам атомных рефракций и рефракций связей.

22. Методом внутренней нормализации рассчитать массовую долю (%) компонентов смеси по данным, полученным методом газо-жидкостной хроматографии:

Вещество	S, $мм^2$	k
бензол	35,6	0,78
гексан	24,8	0,86
этанол	50,2	1,40
о-ксилол	10,3	0,8