Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Щёкина Вера Витальевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.03.2026 09:16:45
Уникальный программный ключ:
a2232a55157e576551a[illegible]2af53989420420336ffbf573a434e57789

	МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА **Рабочая программа дисциплины**

УТВЕРЖДАЮ
Декан естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»

_____ И.А. Трофимцова
«30» мая 2024 г.

Рабочая программа дисциплины
СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Направление подготовки
04.03.01 ХИМИЯ

Профиль
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Принята на заседании кафедры химии
(протокол № 8 от «30» мая 2024 г.)

Благовещенск 2024

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА ……. 3
2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ …….. 4
3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ) …….. 6
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ ……... 9
5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ……... 10
6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ(САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА …….. 19
7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ …… 28
8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ …… 28
9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ …… 29
10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА ……. 29
11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ ……... 32

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель дисциплины: сформировать знания о принципиальных основах, практических возможностях и ограничениях спектроскопических методов исследования.

1.2 Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Спектроскопические методы исследования» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 (Б1.В.16).

Для освоения дисциплины «Спектроскопические методы исследования» обучающиеся используют знания, умения, сформированные в ходе изучения дисциплин «Аналитическая химия», «Физические методы исследования», «Физика», «Математика».

1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: УК-1, ПК-5:

-**УК-1**. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, **индикаторами** достижения которой является:

- УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие.
- УК-1.2 Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи.
- УК-1.3 Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов.
- УК-1.4 При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата.
- УК-1.5 Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

- **ПК-5.** Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения под руководством специалистов более высокой квалификации, **индикаторами** достижения которой является:

- ПК-5.1 Выбирает методы и средства контроля качества, сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения на соответствие требуемой нормативной документации.
- ПК-5.2 Выполняет стандартные операции на типовом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения. В результате изучения дисциплины студент должен

- **знать:**

- основные спектроскопические методы исследования веществ;
- методы и способы обработки информации результатов химического эксперимента, результатов наблюдений и измерений;
- основные методы исследования, и математической обработки данных химического эксперимента;
- - принципиальные схемы и основы эксперимента;
- общую характеристику и классификацию спектроскопических методов;
- роль и значение спектроскопических методов;

- **уметь**:

- - использовать различные подходы, применяемые для обработки экспериментальных данных;
- решать экспериментальные задачи;
- использовать приемы и методы физико-химических измерений;
- интерпретировать и грамотно оценивать экспериментальные данные, в том числе публикуемые в научной литературе;

- **владеть:**

- методами регистрации и компьютерной обработки результатов химического эксперимента;
- навыками работы с лабораторным оборудованием и проводить эксперименты с соблюдением правил техники безопасности;
- основными методиками определения и изучения различных химических систем, законами, лежащими в основе методов анализ;
- способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы).

1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Спектроскопические методы исследования» составляет 3 зачетных единицы (далее – ЗЕ) (108 часов).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и лабораторных занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 6
Общая трудоемкость	108	108
Аудиторные занятия	66	66
Лекции	32	32
Лабораторные работы	34	34
Самостоятельная работа	42	42
Вид итогового контроля:	-	зачет

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Учебно-тематический план

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные занятия	
I	**Основные характеристики электромагнитного излучения. Спектроскопические методы анализа**	**4**	**2**		**2**
II	**Методы ИК-спектроскопии**	**12**	**6**		**6**
1	Теоретические основы ИК спектроскопии.	3	1		1
2	Качественный анализ	4	2		1
3	Количественный анализ по ИК – спектрам	4	2		2
4	Современные методы ИК спектроскопии	3	1		2
III	**Атомный спектральный анализ**	**18**	**10**		**8**

1	Спектральные приборы	2	2		
2	Источники атомизации и возбуждения	4	2		2
3	Атомно-эмиссионнный спектральный анализ	4	2		2
4	Атомно-флуоресцентный метод анализа	4	2		2
5	Атомно-абсорбционная спектроскопия	4	2		2
IV	**Спектрофотометрия**	**58**	**6**	**34**	**18**
1	Законы поглощения электромагнитного излучения	4	2		2
2	Анализ многокомпонентных систем	4	2		2
3	Производная абсорбционная молекулярная спектроскопия	4	2		2
4	Качественный анализ по спектрам поглощения в видимой области	8		6	2
5	Лабораторная работа Определение меди (II) в виде аммиачного комплекса	8		6	2
6	Лабораторная работа Определение никеля диметилглиоксимом в присутствии окислителей	8		6	2
7	Лабораторная работа Определение железа (II) сульфосалициловой кислотой	8		6	2
8	Лабораторная работа Определение сульфосалициловой кислоты в виде комплексов с железом (III)	8		6	2
9	Лабораторная работа Определение константы диссоциации метилового оранжевого (бромкрезолового зеленого)	6		4	2
V	**Рентгеновская спектроскопия**	**12**	**6**		**6**
1	Понятие рентгеновского спектра. Классификация методов рентгеновской спектроскопии.	4	2		2
2	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС).	4	2		2

3	Рентгенофлуоресцентный метод анализа.	4	2		2
VI	**Современные тенденции спектроскопических методов анализа**	**4**	**2**		**2**
	ИТОГО	**108**	**32**	**34**	**42**

Интерактивное обучение по дисциплине

№	**Наименование тем (разделов)**	**Вид занятия**	**Форма интерактивного занятия**	**Кол-во часов**
1.	Основные характеристики электромагнитного излучения. Спектроскопические методы анализа	ЛК	Лекция-беседа	2
2.	Методы ИК спектроскопии	ЛК	Просмотр и обсуждение видеофильма	2
3.	Определение меди (II) в виде аммиачного комплекса	ЛР	Работа в малых группах	4
4.	Определение никеля диметилглиоксимом в присутствии окислителей	ЛР	Работа в малых группах	4
5.	Определение железа (II) сульфосалициловой кислотой	ЛР	Работа в малых группах	4
6.	Определение сульфосалициловой кислоты в виде комплексов с железом (III)	ЛР	Работа в малых группах	4
7.	Понятие рентгеновского спектра. Классификация методов рентгеновской спектроскопии.	ЛК	Лекция-дискуссия	2
ИТОГО				**22**

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Общая классификация спектроскопических методов. Электромагнитный спектр. Характеристики оптического излучения. Энергетическая характеристика участков электромагнитного спектра, используемых в различных спектроскопических методах. Параметры, характеризующие оптическое излучение: длина волны, частота, интенсивность и т.д. Происхождение спектров поглощения и испускания. Диаграмма энергетических уровней атома и молекулы.

МЕТОДЫ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Теоретические основы ИК спектроскопии. Колебания и структура молекул.

Качественный анализ. Классификация методов: анализ смеси органических веществ, идентификация индивидуального соединения, структурно-групповой анализ. Подготовка проб к анализу. Выбор оптимальных условий записи спектра: толщина поглощенного слоя, рабочий диапазон длин волн, скорость сканирования, ширина щелей.

Количественный анализ по ИК – спектрам: причины отклонения от закона Бугера – Ламберта – Бера, методы количественного анализа (по градуировочному графику, метод внутреннего стандарта, дифференциальный метод). Спектры поглощения и отражения. Анализ смесей. Условия проведения анализа.

Современные методы ИК спектроскопии. ИКС диффузного отражения с Фурье-преобразованием. Примеры применения.

АТОМНЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Спектральные приборы

Диспергирующие элементы (призма, дифракционная решетка). Параметры спектральных приборов: дисперсия, разрешающая сила, светосила прибора. Монохроматоры и полихроматоры. Светофильтры, их классификация. Основные характеристики светофильтров. Приемники излучения. Классификация.

Классические приемники излучения. Фотографическая эмульсия. Принцип действия и основные характеристики. Достоинства и недостатки применения. Фотоэлектрические устройства. Классификация. Фотоэлемент, принцип действия и основные характеристики. Фотоэлектронные умножители (ФЭУ). Принципиальная схема и основные характеристики. Достоинства и недостатки применения.

Современные приемники излучения. Фотодиодная линейка, фотодиодная матрица. Принципиальная схема и основные характеристики. Прибор с зарядовой связью (ПЗС). Принцип работы. ПЗС-линейка, ПЗС-матрица. Основные характеристики ПЗС: квантовая эффективность, разрешающая способность. Основные преимущества по сравнению с фотографической регистрацией и регистрацией на фотоэлементах.

Приборы сканирующие, одно- и многоканальные. Стилометры, квантометры. Основные характеристики, область применения.

Источники атомизации и возбуждения

Дуга постоянного тока. Основные параметры плазмы дуги постоянного тока. Испарение пробы, атомизация вещества. Процессы в плазме дуги, влияющие на интенсивность спектральных линий. Метрологические характеристики дугового разряда постоянного тока.

Низковольтная активизированная дуга переменного тока. Температура и электронная плотность. Механизм испарения и парообразования вещества.

Высоковольтная конденсированная искра. Температура искры. Испарение пробы. Интенсивность спектральных линий в искровом разряде. Практическое применение и метрологические характеристики.

Плазмотрон. Принцип работы. Температура и электронная концентрация. Влияние некоторых параметров на интенсивность спектральных линий. Метрологические характеристики.

Пламена. Структура пламени, температура и состав. Излучение пламен. Факторы, влияющие на парообразование и атомизацию вещества. Степень ионизации. Влияние состава пробы на атомизацию. Аналитическое применение пламен и метрологические характеристики.

Газоразрядные трубки пониженного давления. Полый катод. Испарение пробы. Аналитическое применение полого катода и метрологические характеристики.

Высокочастотная индуктивно-связанная аргоновая плазма. Схема горелки высокочастотной индуктивно-связанной аргоновой плазмы. Испарение, атомизация пробы и возбуждение спектров испускания. Аналитическое применение. Влияние на интенсивность спектральных линий и пределы обнаружения.

Стандарты в спектральном анализе. Методы определения концентраций вещества в пробе. Гомологическая пара.

Атомно-эмиссионнный спектральный анализ

Классификация по способам регистрации. Спектрографический метод анализа. Аппаратура. Качественный, полуколичественный и количественный анализ. Спектрометрический метод анализа. Атомно-эмиссионный анализ различных материалов (токопроводящие и токонепроводящие материалы, растворы).

Атомно-флуоресцентный метод анализа

Принцип метода. Аппаратура. Аналитические характеристики.

Атомно-абсорбционная спектроскопия

Основы метода. Метод ААС с атомизацией пробы в пламени. Аппаратура. Метрологические характеристики и мешающие влияния.

Метод ААС с электротермическим способом атомизации пробы. Типы электротермических атомизаторов. Ход анализа. Характеристики аналитических сигналов и их измерение. Механизмы испарения и атомизации пробы в графитовых печах. Аналитические характеристики.

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ

Законы поглощения электромагнитного излучения. Основной закон поглощения, закон аддитивности оптических плотностей. Причины отклонений от основного закона поглощения. Условия регистрации электронных спектров поглощения молекул.

Анализ многокомпонентных систем. Определение числа компонентов. Использование координат изобестических точек и точек экстремумов при анализе спектральных кривых. Простейшие тесты для определения числа компонентов (одно- и двухкомпонентные системы). Определение числа компонентов по рангу матрицы оптических плотностей. Определенные и переопределенные системы уравнений Фирордта. Выбор аналитических длин волн. Определение коэффициентов поглощения.

Селективное определение одного компонента в многокомпонентной системе. Методы, не учитывающие поглощение посторонних компонентов. Методы, предполагающие линейную зависимость поглощения посторонних компонентов от длины волны. Методы, учитывающие нелинейный характер поглощения посторонних компонентов от длины волны. Методы, требующие предварительного выделения посторонних компонентов.

Производная абсорбционная молекулярная спектроскопия. Основные особенности производных спектров.

РЕНТГЕНОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ

Понятие рентгеновского спектра. Классификация методов рентгеновской спектроскопии. Рентгеновская эмиссия, рентгеновская абсорбция, рентгеновская флуоресценция. Непрерывное (тормозное) и характеристическое (линейчатое) рентгеновское излучение. Понятие рентгеноспектрального анализа (РСА). Классификация методов РСА по способу генерации рентгеновского излучения. Электронно-зондовый рентгеноспектральный микроанализ (РСМА), рентгенофлуоресцентный анализ (РФА), рентгенорадиометрический анализ (РРА).

Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Энергии связи фотоэлектронов. Работа выхода электрона. Качественный анализ. Спектры остовных уровней в РФЭС. Тонкая структура рентгеновских фотоэлектронных линий. Химические сдвиги в РФЭС. Фазовый анализ поверхности на основе химических сдвигов спектральных линий. Количественный анализ. Оже-электронная спектроскопия (ОЭС). Принципы и область использования.

Рентгенофлуоресцентный метод анализа.

Основы метода. Аппаратурные основы РФЛА, методики анализа проб и обработки результатов.

Оценка пределов обнаружения. Разрешающая способность и спектральные наложения. Приготовление проб и использование стандартных образцов. Приборы для рентгеновского анализа. Спектрометры с волновой дисперсией, спектрометры с энергетической дисперсией. Основные блоки приборов и условия проведения эксперимента.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА

Миниатюризация. Компьютеризация. Многофункциональность аппаратуры. Блочный принцип конструкции. Гибридные методики анализа. Методики с временным разрешением. Особенности анализа поверхности твердого тела.

Улучшение аналитических характеристик за счет Фурье-преобразования. Условия технической реализации Фурье-спектрометрии, области применения. Примеры

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины предназначена для самостоятельной работы студентов, но может быть использована и при проведении практических и лабораторных работ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с учебным планом специальности и государственным стандартом.

Учебно-методические материалы по подготовке практических занятий содержат планы проведения занятий с указанием рассматриваемых вопросов, описание лабораторных работ.

При подготовке к занятиям студенту необходимо изучить рекомендуемую литературу, в разделе «Дидактические материалы…» ответить на контрольные вопросы. Одни из них требуют простого воспроизведения изученного материала, другие – творческого подхода к решению вопросов и задач. Для выполнения заданий необходимо изучить рекомендуемую литературу по данной теме. Систематическое выполнение заданий формирует навыки решения расчетных задач, умение работать с учебной и справочной литературой.

При подготовке к лабораторным работам студент должен повторить теоретические вопросы данной темы, составить в тетради описание работы, дополнить расчетами, выводами.

В рабочей программе содержатся также варианты контрольной работы, которая позволить проверить уровень усвоения изученного материала.

Изучение курса завершается зачетом, вопросы к которому приведены в рабочей программе.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование раздела (темы)	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом
1.	Основные характеристики электромагнитного излучения. Спектроскопические методы анализа	Изучение литературы Конспектирование изученных источников	2
2.	Методы ИК-спектроскопии	Изучение литературы Конспектирование изученных источников Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе	6
3.	Атомный спектральный анализ	Изучение литературы Решение расчетных задач	8
4.	Спектрофотометрия	Изучение литературы Конспектирование изученных источников Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе	18
5.	Рентгеновская спектроско-	Изучение литературы	6

	пия	Конспектирование изученных источников	
6.	Современные тенденции спектроскопических методов анализа	Изучение литературы Конспектирование изученных источников	2
	ИТОГО		42

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ПЛАН ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

№ п/п	Тема	Кол-во часов	Вид занятий
1.	Качественный анализ по спектрам поглощения в видимой области	6	ЛР
2.	Определение меди (II) в виде аммиачного комплекса	6	ЛР
3.	Определение никеля диметилглиоксимом в присутствии окислителей	6	ЛР
4.	Определение железа (II) сульфосалициловой кислотой	6	ЛР
5.	Определение сульфосалициловой кислоты в виде	6	ЛР
6.	Определение константы диссоциации метилового оранжевого (бромкрезолового зеленого)	4	ЛР

Лабораторная работа 1. Качественный анализ по спектрам поглощения в видимой области

Окрашенные растворы ионов металлов, обладающих интенсивным собственным поглощением, можно использовать для количественного определения больших количеств вещества, а также для идентификации веществ.

Максимум поглощения аквакомплексов меди лежит в области »800 нм, аква-ион $Ni(H_2O)_6^{2+}$ имеет несколько полос поглощения: в ИК-(»1160 нм) и видимой (»700, »500, »400 нм) областях, аква-ион $Co(H_2O)_6^{2+}$ поглощает около 300 нм. Появление полос поглощения пер-манганат-иона около 500 нм и дихромат-ионов около 400 нм связывают с переносом *p*-электрона кислорода на *d*-орбиталь марганца (хрома).

Реактивы, посуда, аппаратура

Стандартный раствор соли меди (II), 5 мг/мл. Стандартный раствор соли никеля (II), 10 мг/мл. Стандартный раствор соли кобальта (II), 10 мг/мл. Стандартный раствор $KMnO_4$, 0,1 мг/мл. Стандартный раствор $K_2Cr_2O_7$, 0,1 мг/мл.

Колбы мерные вместимостью 25 мл, 50 мл. Пипетки градуированные вместимостью 10 мл. Бюретки вместимостью 25 мл.

Фотоэлектроколориметр (спектрофотометр) любого типа.

Выполнение работы

Приготовление стандартных растворов.

1.1. Готовят три стандартных раствора с содержанием соли Co(II) 50, 100, 150 мг. Для этого в мерные колбы с помощью бюретки вносят 5,0; 10,0; 15,0 мл раствора соли кобальта (C = 10 мг/мл), объем раствора доводят до 25 мл дистиллированной водой и перемешивают.

1.2. Готовят три стандартных раствора с содержанием соли Ni(II) 50, 100, 150 мг. Для этого в мерные колбы с помощью бюретки вносят 5,0; 10,0; 15,0 мл раствора соли никеля (C = 10 мг/мл), объем раствора доводят до 25 мл дистиллированной водой и перемешивают.

1.3. Готовят три стандартных раствора с содержанием соли Cu(II) 25, 50, 75 мг. Для этого в мерные колбы с помощью бюретки вносят 5,0; 10,0; 15,0 мл раствора соли меди (C = 5 мг/мл), объем раствора доводят до 25 мл дистиллированной водой и перемешивают.

1.4. Готовят 3 стандартных раствора с содержанием $KMnO_4$ 0,2; 0,3; 0,5 мг. Для этого в мерные колбы пипеткой вносят 2,0; 3,0; 5,0 мл раствора $KMnO_4$ (C = 0,1 мг/мл), объем раствора доводят до 50 мл дистиллированной водой и перемешивают.

1.5. Готовят 3 стандартных раствора с содержанием $K_2Cr_2O_7$ 0,2; 0,3; 0,5 мг. Для этого в мерные колбы пипеткой вносят 2,0; 3,0; 5,0 мл раствора $K_2Cr_2O_7$ (C = 0,1 мг/мл), объем раствора доводят до 50 мл дистиллированной водой и перемешивают.

Выбор аналитической длины волны. В кювете с толщиной поглощающего слоя 1 см измеряют оптическую плотность одного из стандартных растворов (как правило, с максимальной концентрацией) поочередно со всеми светофильтрами. В качестве *раствора сравнения* используют дистиллированную воду. Измерения заносят в таблицу.

В качестве $l_{ан}$ выбирают ту, при которой оптическая плотность максимальна.

Измерение оптической плотности стандартных растворов

3.1. При выбранном значении $l_{ан}$ в кювете длиной 1 см измеряют оптические плотности всех стандартных растворов, начиная с наименее концентрированного раствора. Измерения повторяют до получения 3-х воспроизводимых результатов, данные заносят в таблицу.

3.2. При выбранной длине волны $l_{ан}$ измеряют оптическую плотность одного из стандартных растворов поочередно в кюветах длиной 1, 2, 3 см. Результаты измерений заносят в таблицу.

Форма отчета. Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, расчеты, таблицы, график, вывод.

Лабораторная работа 2. Определение меди (II) в виде аммиачного комплекса

Определение меди (II) основано на образовании комплексных ио-нов с аммиаком, обладающих интенсивной сине-фиолетовой окраской. Процесс взаимодействия ионов меди с аммиаком носит ступенчатый характер:

$Cu^{2+} + NH_3 \rightarrow [Cu\ (NH_3)\ ]^{2+}$
$Cu^{2+} + 2NH_3 \rightarrow [Cu\ (NH_3)_2]^{2+}$
$Cu^{2+} + 3NH_3 \rightarrow [Cu\ (NH_3)_3]^{2+}$
$Cu^{2+} + 4NH_3 \rightarrow [Cu\ (NH_3)_4]^{2+}$

Это означает, что в растворе будет находиться смесь нескольких аммиакатов меди, количественное соотношение между которыми зависит от концентрации аммиака. Для аналитических целей необходимо выбирать такую концентрацию аммиака, при которой в растворе преобладает один из комплексов. Обычно определение проводят при lg $[NH_3]$ 1, когда в растворе находится только тетраамиакат меди. Определению мешают ионы металлов, образующие окрашенные комплексы с аммиаком, например, кобальт и никель, или малорастворимые гидро-ксиды железа, свинца, алюминия. Для устранения мешающего влияния элементов применяют маскирующие комплексообразователи.

Реактивы, посуда, аппаратура

Стандартный раствор соли меди, содержащий 1 мг меди (II) в 1 мл. Аммиак, 5%-ный раствор.

Колбы мерные вместимостью 50 мл.

Бюретки вместимостью 25 мл.

Цилиндр мерный вместимостью 10 мл.

Фотоэлектроколориметр, спектрофотометр любого типа.

Выполнение работы

Метод градуировочного графика

Приготовление стандартных растворов. Готовят 5 стандартных растворов, содержащих 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5 мг Cu (II) в 50 мл. Для этого в мерные колбы вместимостью 50 мл вносят 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5 мл стандартного раствора Cu (II), добавляют в каждую колбу по 10 мл 5%-ного раствора аммиака и доводят объем раствора до 50 мл дистиллированной водой, перемешивают и выдерживают 10 минут.

Выбор аналитической длины волны. В области длин волн 600– 700 нм поочередно с каждым светофильтром (или на спектрофотометре через каждые 10–20 нм) в кюветах с толщиной поглощающего слоя 20 измеряют оптическую плотность наиболее интенсивно окрашенного стандартного раствора относительно дистиллированной воды (*раствор сравнения*). В качестве аналитической выбирают длину волны, при ко-торой наблюдается максимум оптической плотности.

Измерение оптической плотности стандартных растворов.

При выбранной длине волны в тех же кюветах измеряют оптическую плотность всех стандартных растворов относительно дистиллированной воды. Каждое измерение повторяют до получения трех воспроизводимых результатов, данные заносят в таблицу

Анализ контрольного раствора. В мерную колбу с анализируемым раствором, содержащим ионы меди (II), добавляют 10 мл 5%-ного раствора аммиака и доводят содержимое колбы до метки дистиллированной водой; раствор выдерживают 10 минут до завершения реакции.

В тех же условиях измеряют оптическую плотность (A_x), данные заносят в таблицу.

Обработка результатов. По средним значениям оптической плотности стандартных растворов строят градуировочный график в ко-ординатах $A_{ст} = f(C_{ст})$, затем по значению оптической плотности исследуемого раствора A_x с помощью графика находят соответствующее ей значение концентрации.

П. Метод добавок

Приготовление исследуемых растворов. Получают у преподавателя три мерных колбы вместимостью 50 мл с исследуемым раствором, содержащим ионы меди (II).Во вторую колбу вносят 5,0 мл, а в третью

– 10,0 мл стандартного раствора Cu (II), добавляют в каждую колбу по 10 мл 5%-ного раствора аммиака и доводят объем раствора до метки дистиллированной водой, перемешивают и выдерживают 10 минут.

Выбор аналитической длины волны. В области длин волн 600-700 нм поочередно с каждым светофильтром (или на спектрофотометре через каждые 10–20 нм) в кюветах с толщиной поглощающего слоя 20 мм измеряют оптическую плотность наиболее интенсивно окрашенного раствора относительно дистиллированной воды (*раствор сравнения*). В качестве аналитической выбирают длину волны, при которой наблюдается максимум оптической плотности.

Измерение оптической плотности. При выбранной длине волны в тех же кюветах измеряют оптическую плотность всех исследуемых растворов относительно дистиллированной воды. Каждое измерение повторяют до получения трех воспроизводимых результатов, данные заносят в таблицу.

Обработка результатов. Содержание ионов меди в растворе можно найти расчетным и графическим способами.

III ***Метод дифференциальной фотометрии***

Приготовление стандартных растворов. Готовят 6 стандартных растворов с содержанием 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; 15,0 мг меди(II). В

мерные колбы вместимостью 50 мл вносят 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; 15,0 мл стандартного раствора меди, добавляют в каждую колбу 10 мл 5%-ного раствора аммиака и разбавляют содержимое колб дистиллированной водой до метки, перемешивают и выдерживают 10 минут.

Выбор аналитической длины волны. В области длин волн 600– 700 нм поочередно с каждым светофильтром (на спектрофотометре через каждые 10–20 нм) измеряют оптическую плотность раствора с наиболее интенсивной окраской относительно дистиллированной воды (*раствор сравнения*) в кюветах длиной 20 мм. В качестве аналитической выбирают волну, при которой наблюдается максимальное значение оптической плотности.

Измерение оптической плотности стандартных растворов.

При выбранной $l_{ан}$ измеряют оптическую плотность стандартных растворов относительно *раствора сравнения, которым служит один из стандартных растворов*, например, с содержанием меди (II) 7,5 мг. Современные фотоэлектроколориметры позволяют фиксировать отрицательные значения оптической плотности, поэтому используют прямой порядок измерений. Для фотометрических приборов стрелочного типа со шкалой используют обратный порядок измерений: оптическую плотность раствора сравнения измеряют относительно анализируемого раствора и измеренной величине приписывают знак «минус». Измерения повторяют до трех воспроизводимых результатов, данные заносят в таблицу.

Анализ контрольного раствора. В мерную колбу с анализи-

руемым раствором, содержащим ионы меди (II), добавляют 10 мл 5%-ного раствора аммиака и доводят содержимое колбы до метки дистиллированной водой; раствор выдерживают 10 минут до завершения реакции. В тех же условиях измеряют оптическую плотность контрольного раствора относительно выбранного раствора сравнения.

Обработка результатов. Содержание меди находят расчетным путем и по градуировочному графику.

Форма отчета. Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, расчеты, таблицы, графики, вывод.

Лабораторная работа 3. Определение никеля диметилглиоксимом в присутствии окислителей

В щелочной среде (аммиак, щелочь) в присутствии окислителя (бром, иод, пероксид водорода, персульфат аммония) никель образует с диметилглиоксимом (H_2D) растворимый в воде красно-коричневый комплекс. Установлено, что в результате реакции происходит окисле-ние никеля, вероятно, до Ni(III). В зависимости от того, проводится ли реакция в среде аммиака или среде щелочи, образуются два различных комплекса, отличающиеся своими спектральными характеристиками. Комплекс, образующийся в щелочной среде, характеризуется интен-сивной полосой поглощения с l_{max} = 470 нм и e_{max} = 1,3.10^4. Соотноше-ние Ni : H_2D в комплексе равно 1:3.

Для аналитических целей лучшим окислителем является иод, так как получающееся в его присутствии комплексное соединение более устойчиво во времени. Кроме того, избыток иода не окисляет диме-тилглиоксим, что позволяет добиться хорошей воспроизводимости ре-

зультатов фотометрических определений. Определению никеля опи-санной фотометрической реакцией мешают большинство элементов. Их чаще всего маскируют тартратами или цитратами.

Реактивы, посуда, аппаратура

Стандартный раствор никеля (II), 0,01 мг/мл. Иод, 0,05 М раствор.

Диметилглиоксим, 1%-ный раствор в 20%-ном растворе NaOH.

Мерные колбы вместимостью 50 мл.

Пипетки градуированные вместимостью 1мл, 10 мл.

Мерный цилиндр вместимостью 25 мл.

Фотоэлектроколориметр (спектрофотометр) любого типа.

Выполнение работы

Приготовление стандартных растворов. Готовят 5 стандартных растворов с содержанием никеля 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,10 мг. Для этого в мерные колбы вместимостью 50 мл вносят по 20 мл дистиллированной воды, 2, 4, 6, 8, 10 мл стандартного раствора никеля, соответственно, по 0,5 мл раствора иода и по 0,5 мл раствора диметилглиокси-ма. Содержимое колб разбавляют водой до метки, перемешивают и выдерживают 10 минут для завершения фотометрической реакции.

Выбор аналитической длины волны. В области длин волн 440-540 нм измеряют оптическую плотность раствора с наиболее интенсив-ной окраской относительно дистиллированной воды (*раствор сравне-ния*)в кювете длиной 1 см; измерения проводят поочередно с каждым светофильтром (на спектрофотометре – через каждые 10 нм). В качестве аналитической выбирают длину волны, при которой наблюдается максимум оптической плотности.

Измерение оптической плотности стандартных растворов.

При выбранной $l_{ан}$ фотометрируют стандартные растворы, начиная с наименее концентрированного. Измерения повторяют до получения трех воспроизводимых результатов, усредняют и заносят данные в таблицу.

Анализ контрольного раствора. Аликвотную часть анализируе-

мого раствора (контрольный раствор) помещают в мерную колбу, добавляют 20 мл воды и далее проводят те же операции, что и при приго-товлении стандартных растворов. В тех же условиях измеряют оптическую плотность контрольного раствора относительно дистиллирован-ной воды. Содержание никеля находят по градуировочному графику.

Форма отчета. Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, расчеты, таблицы, графики, вывод.

Лабораторная работа 4. Определение железа (II) сульфосалициловой кислотой

Железо (III) в зависимости от кислотности раствора образует с сульфосалициловой (2-гидрокси-5-сульфобензойной) кислотой ряд ок-рашенных комплексов. При pH 1.8-2.5 образуется красно-фиолетовый катионный комплекс – моносульфосалицилат Fe(III) (l_{max} = 510 нм; e = 1800), при pH 4–8 в растворе преобладает комплексный анион дисульфосалицилата железа (III) коричнево-оранжевого цвета.

В щелочных средах (9< pH < 11,5) образуется комплекс желтого цвета (l_{max} = 416 нм; e = 5800). При pH > 12 происходит его разложение выпадением в осадок гидроксида железа. Ранее считалось, что в щелочной среде образуется трисульфосалицилат железа (III). В настоящее время полагают, что в щелочной среде происходит не присоединение третьего лиганда, а депротонирование бис-комплекса.

Железо (II) не образует комплексов с сульфосалициловой кисло-той, поэтому в кислой среде можно определять Fe(III) в присутствии Fe(II). Определению не мешают катионы магния, марганца, меди, алю-миния, р.з.э., ацетат-, борат-, роданид-, фосфат-анионы; исключение со-ставляют фторид-ионы.

В щелочной среде Fe(II) легко окисляется до Fe(III), и с помощью сульфосалициловой кислоты можно проводить определение Fe(II), а также суммарного содержания Fe(II) и Fe(III).

Реактивы, посуда, аппаратура

Стандартный раствор железа (II), 0,1 мг/мл. Сульфосалициловая кислота, 10%-ный раствор. Аммиак, 10%-ный раствор.

Колбы мерные вместимостью 50 мл.

Пипетки градуированные вместимостью 1мл, 5 мл.

Цилиндры мерные вместимостью 10 мл.

Фотоколориметр (спектрофотометр) любого типа.

Выполнение работы

Метод градуировочного графика

Приготовление стандартных растворов. Готовят 5 эталонных растворов с содержанием 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30 мг железа(II). Для этого в мерные колбы вместимостью 50 мл пипеткой вносят 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 мл стандартного раствора железа (II), в каждую колбу добавляют по 5 мл 10%-ного раствора сульфосалициловой кислоты, по 5 мл 10%-ного раствора аммиака и содержимое колбы доводят до метки дистиллированной водой, выдерживая 10 минут.

Приготовление раствора сравнения. В колбу вместимостью 50 мл вносят все растворы, используемые для приготовления эталонных растворов, кроме раствора соли железа, и содержимое колбы доводят до метки дистиллированной водой.

Выбор аналитической длины волны. В области длин волн 400– 480 нм в кюветах длиной 10 мм измеряют оптическую плотность стан-дартного раствора с наиболее интенсивной окраской по отношению к раствору сравнения поочередно с каждым светофильтром (или на спек-трофотометре через каждые 10–20 нм). В качестве $l_{ан}$ выбирают ту, при которой оптическая плотность максимальна.

Измерение оптической плотности стандартных растворов.

Измеряют оптическую плотность всех эталонных растворов относительно раствора сравнения в тех же кюветах при выбранной длине волны. Измерения повторяют до получения трех воспроизводимых ре-зультатов и данные заносят в таблицу.

Анализ контрольного раствора. К анализируемому раствору, содержащему неизвестное количество железа (II), добавляют необ-ходимые реактивы и измеряют оптическую плотность приготовленного раствора в тех же условиях.

Обработка результатов. По средним значениям оптической плотности эталонных растворов строят градуировочный график (раздел 2.12, рис. 2.10). Затем по оптической плотности анализируемого рас-твора с помощью графика определяют количество железа (II) в раство-ре.

П. Метод добавок

Приготовление исследуемых растворов. Получают у преподавателя три мерных колбы вместимостью 50 мл с исследуемым раствором, содержащим ионы железа (II). Во вторую колбу добавляют 1,0 мл, а в третью – 1,5 мл стандартного раствора Fe (II), вносят в каждую колбу по 5 мл 10%-ного раствора сульфосалициловой кислоты, по 5 мл 10%-ного раствора аммиака и доводят объем раствора до метки дистиллиро-ванной водой, перемешивают и выдерживают 10 минут.

Приготовление раствора сравнения. В колбу вместимостью 50 мл вносят все растворы, используемые для приготовления эталонных растворов, кроме раствора соли железа, и содержимое колбы доводят до метки дистиллированной водой.

Выбор аналитической длины волны. В области длин волн 400– 480 нм поочередно с каждым светофильтром (или на спектрофотометре через каждые 10–20 нм) в кюветах с толщиной поглощающего слоя 10 измеряют оптическую плотность наиболее интенсивно окрашенного раствора относительно раствора сравнения. В качестве аналитической выбирают длину волны, при которой наблюдается максимум оптиче-ской плотности.

Измерение оптической плотности. При выбранной длине волны в тех же кюветах измеряют оптическую плотность всех исследуемых растворов. Каждое измерение повторяют до получения трех воспроизводимых результатов, данные заносят в таблицу.

Обработка результатов. Содержание ионов железа в растворе можно найти расчетным и графическим способами.

Форма отчета. Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, расчеты, таблицы, графики, вывод.

Лабораторная работа 5. Определение сульфосалициловой кислоты в виде комплексов с железом (III)

Метод количественного определения салициловых кислот основан на образовании окрашенных комплексов с ионами Fe(III). Химизм процесса подробно описан в предыдущей работе. Определение проводят в кислой среде в виде моносульфосалицилата железа – катионного комплекса, имеющего красно-фиолетовую окраску (l_{max} = 510 нм; e = 1800).

Реактивы, посуда, аппаратура

Стандартный раствор сульфосалициловой кислоты, 0,225 мг/мл. Стандартный раствор салицилата натрия, 0,4 мг/мл.

Железо (III) аммоний сульфат (железоаммонийные квасцы)

$(NH_4)Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, 1%-ный раствор в 1%-ной серной кислоте.

Колбы мерные вместимостью 50 мл.

Бюретка вместимостью 25 мл.

Цилиндры мерные вместимостью 10 мл.

Фотоколориметр (спектрофотометр) любого типа.

Выполнение работы

Метод градуировочного графика

Приготовление стандартных растворов. Готовят 4 эталонных раствора с содержанием 1,125; 2,250; 3,375; 4,500 мг сульфосалициловой кислоты в 50 мл. Для этого в мерные колбы вместимостью 50 мл вносят 5; 10; 15; 20 мл стандартного раствора сульфосалициловой ки-слоты, 5 мл раствора железоаммонийных квасцов и содержимое колбы доводят до метки дистиллированной водой.

Приготовление раствора сравнения. В колбу вместимостью 50 мл вносят все растворы, используемые для приготовления эталонных растворов, кроме раствора сульфосалициловой кислоты, и содержимое колбы доводят до метки дистиллированной водой.

Выбор аналитической длины волны. В области 400–540 нм поочередно со всеми светофильтрами (или на спектрофотометре через каждые 10–20 нм) измеряют оптическую плотность стандартного раствора с наиболее интенсивной окраской по отношению к раствору сравнения в кювете длиной 20 мм. В качестве $l_{ан}$ выбирают ту, при которой оптическая плотность максимальна.

Измерение оптической плотности стандартных растворов.

тех же кюветах измеряют оптическую плотность всех эталонных растворов относительно раствора сравнения при выбранной длине волны. Измерения повторяют до получения трех воспроизводимых результатов и данные заносят в таблицу.

Анализ контрольного раствора. К анализируемому раствору, со-

держащему сульфосалициловую кислоту, добавляют 5 мл 1%-ного рас-твора железоаммонийных квасцов в 1%-ной серной кислоте. Объем раствора доводят до 50 мл дистиллированной водой. Измеряют оптическую плотность приготовленного раствора в тех же условиях.

Обработка результатов. По средним значениям оптической плотности эталонных растворов строят градуировочный график в координатах $A_{ст} = f(C_{ст})$. Затем по оптической плотности анализируемого раствора с помощью графика определяют количество сульфосалициловой кислоты.

П. Метод добавок

Приготовление исследуемых растворов. Получают у преподавателя три мерных колбы вместимостью 50 мл с исследуемым раствором сульфосалициловой кислоты. Во вторую колбу вносят 5,0 мл, а в третью – 10,0 мл стандартного раствора сульфосалицило-

вой кислоты. Затем в каждую колбу добавляют по 5 мл железа (III) аммоний сульфата и объем каждого раствора доводят до метки дистиллированной водой.

Приготовление раствора сравнения. В колбу вместимостью 50 мл вносят все растворы, используемые для приготовления исследуемых растворов, кроме раствора сульфосалициловой кислоты, и объем дово-дят до метки дистиллированной водой.

Выбор аналитической длины волны. В области 400–540 нм поочередно со всеми светофильтрами (или на спектрофотометре через каждые 10–20 нм) измеряют оптическую плотность стандартного рас-твора с наиболее интенсивной окраской по отношению к раствору сравнения в кювете длиной 20 мм. В качестве $l_{ан}$ выбирают ту, при ко-торой оптическая плотность максимальна.

Измерение оптической плотности. При выбранной длине волны измеряют оптическую плотность трех исследуемых растворов относительно раствора сравнения. Измерения повторяют до получения трех воспроизводимых результатов и данные заносят в таблицу.

Обработка результатов. Содержание кислоты в растворе можно найти расчетным и графическим способами.

Ш. Метод дифференциальной фотометрии

Приготовление стандартных растворов. Готовят 5 стандартных растворов с содержанием 2,0; 2,8; 3,6; 4,0; 5,2 мг соли салициловой (сульфосалициловой) кислоты в 50 мл. Для этого в мерные колбы вместимостью 50 мл вносят 5, 7, 9, 10, 13 мл стандартного раствора натриевой соли салициловой (сульфосалициловой) кислоты, добавляют в каждую колбу по 5 мл раствора железоаммонийных квасцов и разбавляют содержимое колб дистиллированной водой до метки, перемешивают.

Выбор аналитической длины волны. В области длин волн 440– 600 нм поочередно с каждым светофильтром (на спектрофотометре – через каждые 10–20 нм) измеряют оптическую плотность раствора с наиболее интенсивной окраской *относительно дистиллированной воды в* кюветах длиной 20 мм. В качестве аналитической выбирают волну, при которой наблюдается максимальное значение оптической плотности.

Измерение оптической плотности стандартных растворов.

При выбранной $l_{ан}$ измеряют оптическую плотность стандартных растворов относительно *раствора сравнения, которым служит один из стандартных растворов,* например, с содержанием 2,8 мг салицилата (сульфосалицилата) натрия. Современные фотоэлектроколориметры позволяют фиксировать отрицательные значения оптической плотности, поэтому используют прямой порядок измерений. Для фотометрических приборов стрелочного типа со шкалой используют обратный порядок измерений: оптическую плотность раствора сравнения измеряют относительно анализируемого раствора и измеренной величине приписывают знак «минус». Измерения повторяют до трех воспроизводимых результатов, данные заносят в таблицу.

Анализ контрольного раствора. Аликвотную часть анали-

зируемого раствора (контрольный раствор) помещают в мерную колбу далее проводят те же операции, что и при приготовлении стандартных растворов. В тех же условиях измеряют оптическую плотность контрольного раствора относительно выбранного раствора сравнения.

Обработка результатов. Содержание салицилата (сульфо-салицилата) натрия находят расчетным путем и по градуировочному графику.

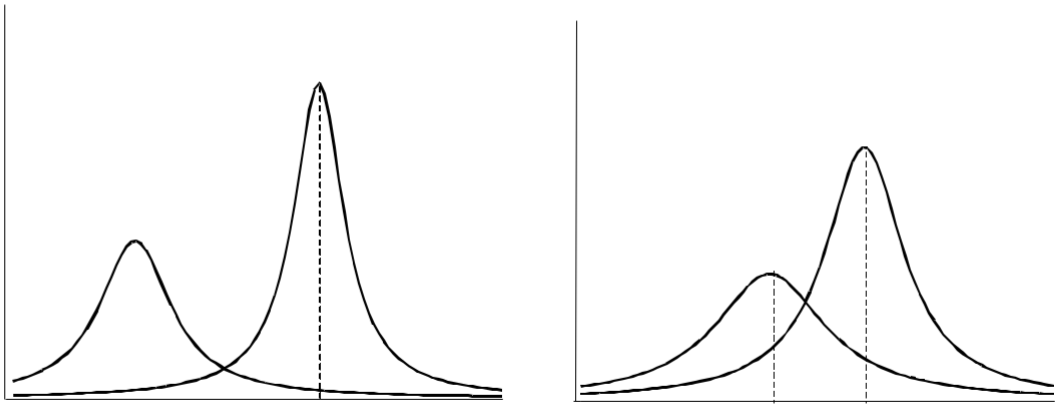
Форма отчета. Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, расчеты, таблицы, графики, вывод.

Лабораторная работа 6. Определение константы диссоциации метилового оранжевого (бромкрезолового зеленого)

Определение констант равновесий основывается на использовании трех законов: закона действующих масс, основного закона светопогло-щения и закона аддитивности оптических плотностей.

Полосы поглощения молекулярной и ионизированной форм кисло-ты HAn находятся в различных областях спектра. В соответствии с законом действующих масс при увеличении pH раствора концентрация молекулярной формы кислоты уменьшается, а ионизированной – возрастает. Следовательно, при длине волны l_{HAn} , отвечающей полосе поглощения молекулярной формы, оптическая плотность раствора кисло-ты будет уменьшаться и достигнет минимума, а при длине волны l_{An} , отвечающей полосе поглощения ионизированной формы, оптическая плотность, напротив, будет возрастать и достигнет максимума в момент полной ионизации кислоты.

Необходимым условием проведения точных определений является правильный выбор аналитической длины волны. Если полосы поглощения не накладываются, измерения проводят при l_{max} более интенсивной полосы поглощения.



λmax1 λmax2 λ λ max1 max2 λ

Рис.2.16. Спектры поглощения молекулярной и ионной форм кислоты
а) не накладывающиеся друг на друга, б) частично перекрывающиеся

Если полосы поглощения перекрываются, то выбирают длину вол-ны, при которой наблюдается максимальное поглощение одной формы, а поглощение другой формы пренебрежимо мало (рис.2.16).

Реактивы, посуда, аппаратура

Стандартный раствор метилового оранжевого, 10^{-3} моль/л. Стандартный раствор бромкрезолового зеленого, 10^{-3} моль/л. Раствор соляной кислоты, 0,01 М с pH = 2,0.

Раствор тетрабората натрия, 0,1 н с pH = 9,0.

Ацетатные буферные растворы с pH: 2,65; 2,75; 3,65; 4,10; 4,20; 4,40; 4,67.

Колбы мерные вместимостью 50 мл.

Пипетки градуированные вместимостью 2 мл.

Фотоколориметр (спектрофотометр) любого типа.

Выполнение работы

Приготовление стандартных растворов. В пять мерных колб пипеткой вносят по 2 мл стандартного раствора кислоты. Содержимое одной колбы разбавляют до метки 0,01 М раствором HCl с pH = 2, со-держимое другой – 0,1 н раствором тетрабората натрия с pH =

9; объем раствора в остальных колбах доводят до 50 мл соответствующим бу-ферным раствором.

Выбор аналитической длины волны. Регистрируют спектры по-

глощения растворов, содержащих только молекулярную (pH = 2) и только ионизированную (pH = 9) формы кислоты, измеряя оптическую плотность в области длин волн 400–750 нм поочередно со всеми светофильтрами (или через каждые 10–20 нм на спектрофотометре) относительно дистиллированной воды (*раствор сравнения*) в кюветах длиной 5 мм. Кривые светопоглощения размещают на одном графике и выбирают аналитическую длину волны.

Измерение оптической плотности стандартных растворов.

При выбранной длине волны измеряют оптическую плотность всех приготовленных растворов в тех же кюветах. Измерения повторяют до получения трех воспроизводимых результатов, данные заносят в таблицу.

Обработка результатов. Рассчитывают по формуле величину pK_a, учитывая, что оптическая плотность раствора с pH = 2 отвечает величине A_{HAn}, а раствора с pH = 9 – величине A_{An}; A – оптическая плотность растворов с промежуточными значениями pH. Полученное значение pK_a усредняют, сравнивают с табличным значением и делают вывод о точности фотометрического определения константы диссоциации слабой кислоты.

Форма отчета. Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, расчеты, таблицы, графики, вывод.

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
УК-1 ПК-5	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами

		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
	Коллоквиум	Низкий – неудовлетворительно	- незнание программного материала; - при ответе возникают ошибки; - затруднения при выполнении практических работ.
		Пороговый – удовлетворительно	- усвоение основного материала; - при ответе допускаются неточности; - при ответе недостаточно правильные формулировки; - нарушение последовательности в изложении программного материала; - затруднения в выполнении практических заданий.
		Базовый – хорошо	- знание программного материала; - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос; - правильное применение теоретических знаний; - владение необходимыми навыками при выполнении и практических задач.
		Высокий – отлично	- глубокое и прочное усвоение программного материала; - полные , последовательные , грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания; - свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала; - правильно обоснованные принятые решения; - владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.
	Тест	Низкий – неудовлетворительно	Количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 %
		Пороговый – удовлетворительно	Количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 %
		Базовый – хорошо	Количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 %

		Высокий – отлично	Количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 %

6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачет.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

Критерии оценивания устного ответа на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

1. вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок;
2. показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;
3. продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков.

Допускаются незначительные ошибки.

Оценка «не зачтено» выставляется, если:

1. не раскрыто основное содержание учебного материала;
2. обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
3. допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;
4. не сформированы компетенции, умения и навыки.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Общая классификация спектроскопических методов.
2. Энергетическая характеристика участков электромагнитного спектра, используемых в различных спектроскопических методах.
3. Параметры, характеризующие оптическое излучение: длина волны, частота, интенсивность и т.д.
4. Теоретические основы ИК спектроскопии. Колебания и структура молекул.
5. Качественный анализ по ИК – спектрам.
6. Количественный анализ по ИК – спектрам.
7. Современные методы ИК спектроскопии.
8. Параметры спектральных приборов: дисперсия, разрешающая сила, светосила прибора.
9. Приемники излучения. Классификация.
10. Классические приемники излучения.
11. Современные приемники излучения. Фотодиодная линейка, фотодиодная матрица.
12. Прибор с зарядовой связью (ПЗС). Принцип работы. ПЗС-линейка, ПЗС-матрица.
13. приборы сканирующие, одно- и многоканальные.
14. Дуга постоянного тока.
15. Низковольтная активизированная дуга переменного тока.
16. Высоковольтная конденсированная искра.
17. Плазмотрон. Принцип работы.
18. Пламена. Структура пламени, температура и состав.
19. Аналитическое применение пламен и метрологические характеристики.

20. Высокочастотная индуктивно-связанная аргоновая плазма.
21. Качественный, полуколичественный и количественный анализ методом АЭС.
22. Метод ААС. Классификация.
23. Метод ААС. Аналитические характеристики.
24. Спектрофотометрия. Анализ многокомпонентных систем.
25. Спектрофотометрия. Селективное определение одного компонента в многокомпонентной системе.
26. Производная абсорбционная молекулярная спектроскопия.
27. Классификация методов рентгеновской спектроскопии.
28. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС).
29. Рентгенофлуоресцентный метод анализа.

6.3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, УК-1, ПК-5

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	**№ задания**	**Вес задания (балл)**	**Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильности ответа)**
задания закрытого типа с выбором одного правильного (1 из 4)	1, 2, 3	1 балл	1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи
задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (3 из 6)	4, 5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания закрытого типа на установление соответствия (4 на 4)	8, 9	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задание закрытого типа на установление последовательности	10, 11	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания открытого типа с кратким ответом	12, 13	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи.
задания открытого типа с развернутым ответом	14, 15	5 баллов	5 б – полное правильное соответствие; если допущена одна ошибка/неточность / ответ правильный, но не полный - 3 балла; если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует – 0 баллов

Формируемая компетенция	**Индикаторы сформированности компетенции**
УК-1. Способен осуществлять по-	• УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базо-

иск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, **индикаторами** достижения которой являются	вые составляющие. • УК-1.2 Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи. • УК-1.3 Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов. • УК-1.4 При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата. •УК-1.5 Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

Задание 1. Какой параметр электромагнитного излучения прямо пропорционален его энергии?

1. Длина волны
2. Частота
3. Интенсивность
4. Скорость распространения

Ответ: 2

Задание 2. Какая из перечисленных областей спектра соответствует колебательным переходам в молекулах?

1. Рентгеновская
2. Ультрафиолетовая/Видимая
3. Инфракрасная
4. Радиоволновая

Ответ: 3

Задание 3. Какой закон лежит в основе количественного спектрофотометрического анализа?

1. Закон Рауля
2. Закон Бугера-Ламберта-Бера
3. Закон Фарадея
4. Закон Генри

Ответ: 2

Задание 4. Какие из перечисленных методов относятся к атомной спектроскопии? (Выберите 3 ответа)

1. Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС)
2. Инфракрасная спектроскопия (ИКС)
3. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС)
4. Спектрофотометрия в УФ-области

5. ЯМР-спектроскопия
6. Атомно-флуоресцентная спектроскопия (АФС)
   Ответ: 1, 3, 6

Задание 5. Какие параметры являются основными характеристиками спектрального прибора? (Выберите 3 ответа)

1. Дисперсия
2. Теплоемкость
3. Разрешающая способность
4. Магнитная восприимчивость
5. Светосила
6. Электрическое сопротивление
   Ответ: 1, 3, 5

Задание 6. Какие современные тенденции развития спектроскопических методов вы знаете? (Выберите 3 ответа)

1. Отказ от компьютерной обработки данных
2. Миниатюризация аппаратуры
3. Увеличение габаритов приборов
4. Создание гибридных методик (например, Хромато-масс-спектрометрия)
5. Использование Фурье-преобразования для улучшения характеристик
6. Упрощение аппаратуры за счет снижения функциональности
   Ответ: 2, 4, 5

Задание 7. Какие из перечисленных приемников излучения являются современными и широко используются в спектральных приборах? (Выберите 3 ответа)

1. Фотографическая пластинка
2. Фотоэлектронный умножитель (ФЭУ)
3. Прибор с зарядовой связью (ПЗС-матрица)
4. Термопара
5. Фотодиодная линейка
6. Глаз наблюдателя
   Ответ: 2, 3, 5

Задание 8. Установите соответствие между методом спектроскопии и типом изучаемых переходов:

ИК-спектроскопия : Колебательные переходы
УФ-Видимая спектроскопия : Электронные переходы
Атомно-эмиссионная спектроскопия : Переходы валентных электронов в атомах
РФЭС : Фотоэлектронные переходы остовных электронов

Задание 9. Установите соответствие между компонентом спектрального прибора и его основной функцией:

Монохроматор : A. Выделение излучения с определенной длиной волны
Источник излучения : B. Генерация первичного излучения
Кюветное отделение : C. Размещение исследуемого образца
Детектор : D. Преобразование светового сигнала в электрический

Задание 10. Расположите в правильной последовательности этапы проведения количественного анализа методом градуировочного графика в спектрофотометрии.
1 : Приготовление серии стандартных растворов с известной концентрацией
2 : Измерение оптической плотности стандартных растворов
3 : Построение градуировочного графика
4 : Измерение оптической плотности анализируемого раствора и нахождение концентрации по графику

Задание 11. Восстановите последовательность процессов, происходящих при проведении атомно-абсорбционного анализа с пламенной атомизацией.
1 : Подача пробы в виде аэрозоля в пламя
2 : Испарение растворителя и образование твердых частиц соли
3 : Поглощение резонансного излучения от лампы с полым катодом свободными атомами
4 : Регистрация ослабления интенсивности излучения детектором

Задание 12. Прибор, используемый для разделения сложного излучения на монохроматические составляющие, называется ___.
Ответ: монохроматор

Задание 13. Область ИК-спектра от 1350 до 650 см$^{-1}$, уникальная для каждого соединения, называется область ___.
Ответ: отпечатков пальцев

Задание 14. Опишите атомные спектры и молекулярные спектры поглощения.
Ответ: Атомные спектры поглощения представляют собой очень узкие линии. В молекулярной спектроскопии полосы поглощения широкие.

Задание 15. Перечислите достоинства ИК-Фурье спектроскопии

Ответ: высокая светосила, высокая скорость регистрации спектра, высокая точность измерения волновых чисел, широкий спектральный диапазон.

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ПК-5. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения под руководством специалистов более высокой квалификации, **индикаторами** достижения которой являются	• ПК-5.1 Выбирает методы и средства контроля качества, сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения на соответствие требуемой нормативной документации. • ПК-5.2 Выполняет стандартные операции на типовом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства.

Задание 1. Какой метод спектроскопии наиболее подходит для экспресс-го контроля качества сырья на содержание тяжелых металлов?

1. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС)
2. Инфракрасная спектроскопия (ИКС)
3. ЯМР-спектроскопия

4. Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА)
   Ответ: 4

Задание 2. Какой параметр спектрофотометра напрямую зависит от концентрации вещества в растворе при постоянной толщине кюветы?

1. Длина волны максимума поглощения
2. Интенсивность падающего излучения
3. Оптическая плотность
4. Ширина щели монохроматора
   Ответ: 3

Задание 3. Для качественного анализа органических соединений по ИК-спектрам используется область:

1. 4000-1350 $см^{-1}$ (область функциональных групп)
2. 1350-650 $см^{-1}$ (область "отпечатков пальцев")
3. Только область валентных колебаний O-H и N-H
4. Область колебаний скелета молекулы
   Ответ: 2

Задание 4. Какие операции являются стандартными при подготовке пробы водного раствора для анализа методом ААС с пламенной атомизацией? (Выберите 3 правильных ответа)

1. Озоление пробы в муфельной печи
2. Взвешивание на аналитических весах
3. Фильтрование для удаления взвешенных частиц
4. Подкисление для предотвращения сорбции ионов на стенках посуды
5. Упаривание до сухого остатка
6. Регулировка пламени горелки
   Ответ: 2, 3, 4

Задание 5. Какие из перечисленных факторов необходимо учитывать при выборе аналитической длины волны в спектрофотометрии? (Выберите 3 правильных ответа)

1. Максимальная оптическая плотность определяемого вещества
2. Минимальное поглощение мешающих компонентов
3. Интенсивность источника излучения
4. Цвет стен лаборатории
5. Соответствие максимуму в спектре поглощения
6. Материал кюветы
   Ответ: 1, 2, 5

Задание 6. Какие из перечисленных операций входят в обязанности специалиста при работе на спектрофотометре для контроля качества? (Выберите 3 правильных ответа)

1. Проверка и установка кювет в кюветное отделение
2. Настройка ширины щели монохроматора
3. Программирование ядра ОС прибора
4. Приготовление градуировочных растворов
5. Ввод в эксплуатацию нового прибора
6. Запись и обработка спектров

   Ответ: 1, 2, 6

Задание 7. Какие из перечисленных методов основаны на поглощении электромагнитного излучения? (Выберите 3 правильных ответа)

1. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС)
2. Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС)
3. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия)
4. Инфракрасная спектроскопия (ИКС)
5. Флуоресцентная спектроскопия
6. Фотометрическое титрование

   Ответ: 1, 3, 4

Задание 8. Установите соответствие между методом спектроскопии и типом используемого атомизатора/источника возбуждения.

Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС) : Индуктивно-связанная плазма (ИСП)
Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС) : Пламя «ацетилен-закись азота»
Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) : Рентгеновская трубка
Инфракрасная спектроскопия (ИКС) : Глобар

Задание 9. Установите соответствие между методом спектроскопии и типом получаемой информации.

Инфракрасная спектроскопия (ИКС) : Функциональные группы и молекулярная структура
Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС) : Элементный количественный анализ
Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС) : Элементный состав и химическое состояние поверхности
Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия) : Концентрация окрашенных соединений в растворе

Задание 10. Расположите в правильном порядке этапы проведения количественного анализа методом спектрофотометрии.
1 : Приготовление серии стандартных растворов
2 : Измерение оптических плотностей стандартных растворов и пробы
3 : Построение градуировочного графика
4 : Определение концентрации аналита в пробе по графику

Задание 11. Расположите в правильном порядке шаги при идентификации неизвестного органического соединения по ИК-спектру.
1 : Регистрация ИК-спектра неизвестного соединения
2 : Анализ области функциональных групп
3 : Сравнение полученного спектра с библиотечными эталонами
4 : Формулировка вывода о возможной структуре соединения

Задание 12. Прибор для измерения оптической плотности растворов в УФ и видимой областях спектра называется _____.
Ответ: спектрофотометр

Задание 13. Основной закон светопоглощения, связывающий оптическую плотность с концентрацией и толщиной слоя, называется закон _____.
Ответ: Бугера-Ламберта-Бера

Задание 14. Опишите, в чем заключается сущность метода добавок

Ответ: Метод добавок заключается в том, что к аликвоте анализируемой пробы добавляют известные количества определяемого вещества. Измеряют аналитический сигнал исходной пробы и пробы с добавкой. Концентрацию аналита в исходной пробе рассчитывают, экстраполируя зависимость «сигнал-объем добавки» на нулевую добавку или используя расчетные формулы.

Задание 15. Опишите последовательность действий при выборе аналитической длины волны для спектрофотометрического определения.
Ответ: Регистрируют спектр поглощения стандартного раствора определяемого вещества в предполагаемой области его поглощения. Находят длину волны, соответствующую максимуму поглощения

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в сфере образования www.i-exam.ru»;
- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций.

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкции о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все обучающиеся учатся в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

9.1 Литература

1.Аналитическая химия. Лабораторный практикум : учеб. пособие для вузов / В. П. Васильев, Р. П. Морозова, Л. А. Кочергина; под ред. В. П. Васильева. – 3-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2006. – 414 с. (29 экз)

2. Аналитическая химия: учебник для студ. вузов / В. П. Васильев. – 4-е изд., стер. – М. : Просвещение, 2004. Кн.2 : Физико-химические методы анализа. – 383 с. (28 экз/)

3. Марченко, З. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе / З. Марченко, М. Бальцежак. – М. : Бином. Лаборатория Знаний, 2007. – 711 с. (8 экз.)

4. Оптика: инфракрасная фурье-спектрометрия : учебное пособие для вузов / А. И. Ефимова, В. Б. Зайцев, Н. Ю. Болдырев, П. К. Кашкаров. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 143 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-09143-4. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/492470

5. Пентин, Ю.А. Физические методы исследования в химии: учебник для студ. вузов / Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков. – М. : Мир, 2006. – 683 с. (10 экз.)

6. Физические методы исследования неорганических веществ: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. А.Б. Никольского. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 442 с. (50 экз.)

9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. XuMuK.ru http://www.xumuk.ru
2. Электронная библиотека по химии http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/
3. Портал научной электронной библиотеки http://elibrary.ru/defaultx.asp

9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник https://polpred.com/news
1. ЭБС «Юрайт» https://urait.ru

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения лабораторных занятий также используется:

Ауд. 331 «А». Лаборатория физических методов исследования

- Стол лабораторный -2-мест. (4шт.)
- Стул (8 шт.)
- Стол преподавателя (1 шт.)
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением (4 шт.)
- 8 - портовый коммутатор D-Link для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ (1 шт.)
- МФУ «SAMSUNG» (1 шт.)
- Дериватограф STA PT 1000 в комплекте (1 шт.)
- ИК Фурье-спектрометр ФСМ 2202 (1 шт.)
- Рефрактометр лабораторный ИРФ-454Б2М (с подсветкой и доп. шкалой) (1 шт.)
- Тигель платиновый с крышкой; объем 0,12 мл (2 шт.)
- Ультразвуковая ванна (1 шт.)
- Хроматомасс-спектрометр GCMS-QP2010SE с устройством прямого ввода DI-2010 (1 шт.)

Ауд. 219 «А». Лаборатория химической технологии

- Стол лабораторный 2-мест. (12 шт.)
- Стул (24 шт.)
- Стол преподавателя (1 шт.)
- Стул преподавателя (1 шт.)
- Пюпитр (1 шт.)
- Аудиторная доска (1 шт.)
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением (3 шт.)
- 8 - портовый коммутатор D-Link для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ (1 шт.)
- Мультимедийный проектор SHARP -10 X (1 шт.)
- Принтер лазерный «CANON» (2 шт.)
- Экспозиционный экран (навесной) (1 шт.)
- ЯМР-спектрометр низкого разрешения «Спин Трэк» (1 шт.)
- Весы GF-300 (1 шт.)
- Весы торсионные ВТ-100 (1 шт.)
- Вискозиметр (4 шт.)
- Иономер (3 шт.)
- Кондуктометр анион-4120 (3 шт.)
- КФК-2 (1 шт.)
- Люксмер (1 шт.)
- Мешалка магнитная П-Э-6100 (2 шт.)
- Модуль «Термический анализ» (3 шт.)
- Модуль «Термостат» (3 шт.)
- Модуль «Универсальный контроллёр» (3 шт.)
- Модуль «Электрохимия» (3 шт.)
- Модуль универсальный (6 шт.)
- Набор сит КП-131(1 шт.)
- Поляриметр (1 шт.)
- Потенциометр (1 шт.)
- Центрифуга лабораторная ОПН-8 (с ротором) (1 шт.)
- Штатив для электродов (2 шт.)
- Эксикатор с краном (1 шт.)

- Модуль «Общелабораторный» (1 шт.)
- Спектрофотометр (1 шт.)
- Спектрофотометр КФК-3КМ (1 шт.)
- Комплект ариометров (1 шт.)
- Метроном (1 шт.)
- Мост реохордный с сосудом
- Термостат ТС-1/80 СПУ (1 шт.)
- Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Спектроскопические методы исследования»
- Штативы для пробирок, нагревательные приборы, лабораторная посуда
- Химические реактивы по тематике лабораторных работ

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoft office, Libreoffice, OpenOffice; Adobe Photoshop, Matlab, DrWeb antivirus и т.д.

Разработчик: Родионова Н.А., кандидат химических наук, доцент кафедры химии.

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2025/2026 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025/2026 уч. г. на заседании кафедры химии (протокол № 6 от 26 марта 2025 г.).