

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Щёкина Вера Витальевна

Должность: Ректор

Дата подписания: 19.03.2024 04:34:21

Уникальный программный ключ:

a2232a55157e576551a7979b149072af53989420420336ffbf573a434e57789



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
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**
«22» мая 2019 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 «15» мая 2019 г.)**

Благовещенск 2019

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	31
8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦА- МИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	31
9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ	32
10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА	32
11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ	35

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-эмиссионный 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. Стилόμεтры, 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-эмиссионный 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 позволит 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 $\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ имеет несколько полос поглощения: в ИК- (≈ 1160 нм) и видимой (≈ 700 , ≈ 500 , ≈ 400 нм) областях, аква-ион $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ 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 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 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 $\text{Co}(\text{II})$ 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

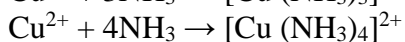
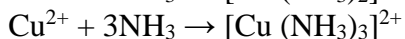
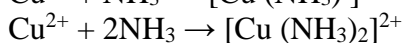
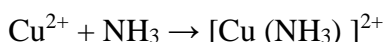
3.1. При выбранном значении $l_{ан}$ в кювете длиной 1 см измеряют оптические плотности всех стандартных растворов, начиная с наименее концентрированного раствора. Измерения повторяют до получения 3-х воспроизводимых результатов, данные заносят в таблицу.

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 ионов с аммиаком, обладающих интенсивной сине-фиолетовой окраской. Процесс взаимодействия ионов меди с аммиаком носит ступенчатый характер:



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 тетрааммиакат меди. Определению мешают ионы металлов, образующие окрашенные комплексы с аммиаком, например, кобальт и никель, или малорастворимые гидро-кислы 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 мм измеряют оптическую плотность наиболее интенсивно окрашенного стандартного раствора относительно дистиллированной воды (*раствор сравнения*). В качестве аналитической выбирают длину волны, при которой 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 координатах $A_{ст} = f(C_{ст})$, затем по значению оптической плотности исследуемого раствора A_x с помощью графика находят соответствующее ей значение концентрации.

II. 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 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 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 окисление 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 интенсивной полосой поглощения с $l_{max} = 470$ нм и $e_{max} = 1,3 \cdot 10^4$. Соотношение 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 диметилглиоксим, что позволяет добиться хорошей воспроизводимости ре-

зультатов фотометрических определений. Определению никеля описанной 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 интенсивной окраской относительно дистиллированной воды (*раствор сравнения*) 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 анализируемого раствора (контрольный раствор) помещают в мерную колбу, добавляют 20 мл воды и далее проводят те же операции, что и при приготовлении стандартных растворов. В тех же условиях измеряют оптическую плотность контрольного раствора относительно дистиллированной 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 окрашенных комплексов. При pH 1.8-2.5 образуется красно-фиолетовый катионный комплекс – моносальфосалицилат 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 кислотой, поэтому в кислой среде можно определять Fe(III) в присутствии Fe(II). Определению не мешают катионы магния, марганца, меди, алюминия, р.з.э., ацетат-, борат-, роданид-, фосфат-анионы; исключение составляют 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 стандартного раствора с наиболее интенсивной окраской по отношению к раствору сравнения поочередно с каждым светофильтром (или на спектрофотометре через каждые 10–20 нм). В качестве $I_{ан}$ 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 результатов и данные заносят в таблицу.

Анализ контрольного раствора. К анализируемому раствору, содержащему неизвестное количество железа (II), добавляют необходимые 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 раствора с помощью графика определяют количество железа (II) в растворе.

II. 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 дистиллированной 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 мм измеряют оптическую плотность наиболее интенсивно окрашенного раствора относительно раствора 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. 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 моносальфосалицилата железа – катионного комплекса, имеющего красно-фиолетовую окраску ($I_{\max} = 510 \text{ нм}$; $e = 1800$).

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)

$(\text{NH}_4)\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, 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 кислоты, 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 $l_{\text{ан}}$ выбирают ту, при которой оптическая плотность максимальна.

Измерение оптической плотности стандартных растворов.

тех же кюветках 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, содержащему сульфосалициловую кислоту, добавляют 5 мл 1%-ного раствора 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 $A_{\text{ст}} = f(C_{\text{ст}})$. Затем по оптической плотности анализируемого раствора с помощью графика определяют количество сульфосалициловой кислоты.

II. 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 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 $l_{\text{ан}}$ выбирают ту, при которой 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 $l_{\text{ан}}$ 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 анализируемого 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 светопоглощения и закона аддитивности оптических плотностей.

Полосы поглощения молекулярной и ионизированной форм кислоты 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 λ_{HAn} , отвечающей полосе поглощения молекулярной формы, оптическая плотность раствора кислоты будет уменьшаться и достигнет минимума, а при длине волны λ_{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 λ_{max} более интенсивной полосы поглощения.

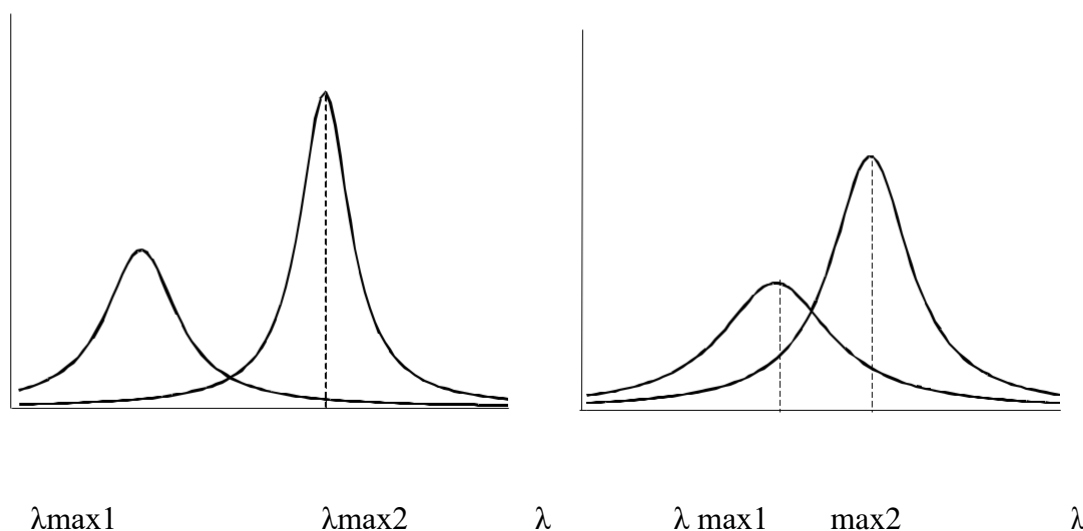


Рис.2.16. Спектры поглощения молекулярной и ионной форм кислоты
 а) не накладывающиеся друг на друга, б) частично перекрывающиеся

Если полосы поглощения перекрываются, то выбирают длину волны, 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 поглощения 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	<p>а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы;</p> <p>б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами;</p> <p>в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).</p>
	Коллоквиум	Низкий – неудовлетворительно	<ul style="list-style-type: none"> - незнание программного материала; - при ответе возникают ошибки; - затруднения при выполнении практических работ.
		Пороговый – удовлетворительно	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Форма отчета. Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, схемы приборов, расчеты, таблицы, график зависимости оптической плотности от концентрации, вывод.

ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ

1. Количественный анализ методом ЭПР спектроскопии.
2. Качественный анализ по ИК спектрам. Идентификация веществ.
3. Количественный анализ по ИК-спектрам.
4. Классификация методов рентгеновской спектроскопии.
5. Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА).
6. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС).

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Тема «Методы ИК-спектроскопии»

1. Область инфракрасного излучения с длинами волн от 2500 до 50000 нм называется:
 - а. ближняя;
 - б. средняя;
 - в. дальняя;
 - г. функциональная.

2. Область ИК-спектра от 4000 до 1350 см⁻¹ называется:
- а. область «прозрачности»;
 - б. область «отпечатков пальцев»;
 - в. область двойной связи;
 - г. область функциональных групп.
3. Каждое вещество имеет свой индивидуальный характер колебаний в следующей области ИК-спектра:
- а. область «прозрачности»;
 - б. область «отпечатков пальцев»;
 - в. область двойной связи;
 - г. область функциональных групп.
4. В качестве источника возбуждения для ИК-спектроскопии в средней области спектра используют:
- а. ртутный дуговой источник высокого давления;
 - б. вольфрамовая лампа накаливания;
 - в. глобар;
 - г. нет верного ответа.
5. В качестве детектора для работы в дальней ИК-области используют:
- а. болометр;
 - б. пироэлектрический детектор;
 - в. фотонный детектор;
 - г. фотодиод.
6. Исследуемый образец в кювете помещают перед монохроматором в приборе:
- а. атомно-абсорбционный спектрометр;
 - б. фотоэлектроколориметр;
 - в. спектрофотометр;
 - г. ИК-спектрометр.
7. Кюветы для ИК-спектроскопии изготавливают из:
- а. KCl;
 - б. NaBr;
 - в. стекла;
 - г. кварца.
8. В ИК-спектроскопии используют следующие растворители:
- а. вода;
 - б. хлороформ;
 - в. ацетонитрил;
 - г. этанол.
9. Совпадение ИК-спектра исследуемого вещества со спектральной кривой эталона свидетельствует о:
- а. различии двух веществ;
 - б. идентичности двух веществ;
 - в. загрязнении исследуемого вещества;
 - г. наличии изомеров.

10. Если в методе ИК-спектроскопии использовать в качестве раствора сравнения основное вещество исследуемого раствора, то в результате регистрируется спектр:

- а. примеси;
- б. основного вещества;
- в. скелета молекулы в целом;
- г. нет верного ответа.

11. Метод ИК-спектроскопии используется для:

- а. обнаружения веществ;
- б. количественного анализа;
- в. определения примесей;
- г. нет верного ответа.

Тема «Спектроскопические методы»

1. Методы анализа, основанные на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом, называются:

- а. хроматографические;
- б. спектроскопические;
- в. электрохимические;
- г. масс-спектрометрические.

2. Расстояние, проходимое электромагнитной волной за время одного полного колебания, это:

- а. длина волны;
- б. частота;
- в. волновое число;
- г. амплитуда волны.

3. Энергия квантов электромагнитного излучения характеризуется следующими величинами:

- а. энергия;
- б. частота;
- в. волновое число
- г. длина волны.

4. Спектр поглощения вещества – это графическая зависимость:

- а. интенсивности излучения раствора от длины волны излучаемого света;
- б. оптической плотности раствора от длины волны падающего света;
- в. пропускания раствора от концентрации вещества в растворе;
- г. оптической плотности от концентрации вещества в растворе.

5. Электромагнитное излучение с длиной волны 450 нм соответствует области:

- а. УФ-излучение;
- б. ИК-излучение;
- в. видимое излучение;
- г. излучение.

6. Математическое выражение основного закона светопоглощения (Бугера-Ламберта-Бера):

- а. $A = k \cdot l \cdot c$;
- б. $A = \lg \frac{I_0}{I}$;

- в. $A = -\lg T$;
г. $I = I_0 e^{-k \cdot l \cdot c}$

7. Если концентрация исследуемого раствора выражена в моль/л, то коэффициент в записи закона Бугера-Ламберта-Бера называют:

- а. удельный коэффициент поглощения;
б. молярный коэффициент поглощения;
в. атомный коэффициент поглощения;
г. нет верного ответа.

8. Концентрации вещества в растворе при постоянной длине волны света и постоянной толщине слоя раствора прямо пропорциональна следующая величина:

- а. оптическая плотность;
б. пропускание раствора;
в. молярный коэффициент поглощения;
г. интенсивность светопоглощения.

9. Немонохроматичность источника излучения приводит к следующим отклонениям от основного закона светопоглощения:

- а. положительным;
б. истинным;
в. отрицательным;
г. химическим.

Тема «Атомно-абсорбционная спектроскопия»

1. Спектроскопический метод анализа, основанный на поглощении атомами в основном состоянии резонансного излучения, испускаемого первичным источником, называется:

- а. молекулярно-абсорбционный;
б. атомно-абсорбционный;
в. молекулярно-эмиссионный;
г. атомно-эмиссионный.

2. Для устранения спектральных помех в спектроскопических методах анализа применяют следующие приемы:

- а. химические;
б. инструментальные;
в. математические;
г. способ добавок.

3. Метод атомно-абсорбционной спектроскопии основан на поглощении излучения оптического диапазона:

- а. невозбужденными молекулами;
б. возбужденными одноатомными ионами;
в. невозбужденными свободными атомами;
г. возбужденными свободными атомами.

4. Атомные спектры поглощения являются:

- а. широкополосными;

- б. линейчатыми;
- в. слабоструктурированными;
- г. нет верного ответа.

5. Система ввода пробы в атомно-абсорбционном спектрометре объединена с:

- а. источником излучения;
- б. атомизатором;
- в. монохроматором;
- г. детектором.

6. Источниками первичного излучения в атомно-абсорбционном спектрометре являются:

- а. дейтериевая лампа;
- б. лампа накаливания;
- в. лампа с полым катодом;
- г. безэлектродная разрядная лампа.

7. Для атомно-абсорбционного определения алюминия в качестве источника первичного излучения используется лампа с полым катодом, который изготовлен из:

- а. платины;
- б. алюминия;
- в. графита;
- г. стекла.

8. Рабочий диапазон температур в атомизаторе атомно-абсорбционного спектрометра составляет:

- а. 800 – 3000 С;
- б. 3000 – 7000 С;
- в. 6000 – 10000 С;
- г. нет верного ответа.

Тема «Атомно-эмиссионная спектроскопия»

1. Спектроскопический метод, основанный на термическом возбуждении свободных атомов или одноатомных ионов и регистрации оптического спектра испускания возбужденных атомов, называется:

- а. атомно-эмиссионная спектроскопия;
- б. атомно-абсорбционная спектроскопия;
- в. спектроскопия в видимой области спектра;
- г. УФ - спектроскопия.

2. К спектроскопическим методам, с помощью которых можно выполнять качественный и количественный анализ, относятся:

- а. атомно-эмиссионная спектроскопия;
- б. атомно-абсорбционная спектроскопия;
- в. спектроскопия в видимой области спектра;
- г. УФ - спектроскопия.

3. Для анализа твердых проб в атомно-эмиссионной спектроскопии наиболее пригодны следующие типы атомизаторов:

- а. пламя;

- б. б. электрическая дуга;
- в. электрическая искра;
- г. нет верного ответа.

4. Самым низкотемпературным атомизатором в атомно-эмиссионной спек-троскопии является:

- а. пламя;
- б. электрическая дуга;
- в. электрическая искра;
- г. индуктивно связанная плазма.

5. Для плазменного атомизатора, в отличие от пламенного, необходимо:

- а. вводить пробу только в твердом виде;
- б. постоянно контролировать состав горючей смеси;
- в. осуществлять подвод внешней энергии;
- г. проводить анализ на основе обзорного спектра.

6. Плазмообразующим газом в атомизаторе с индуктивно связанной плаз-мой является:

- а. водород;
- б. аргон;
- в. ацетилен;
- г. углекислый газ.

7. Электроды дугового атомизатора изготовлены из:

- а. графита;
- б. серебра;
- в. золота;
- г. платины.

8. В каком атомизаторе для атомно-эмиссионной спектроскопии материалом для одного электрода служит вольфрам, а другой электрод состоит из анали-зируемой пробы:

- а. пламя;
- б. электрическая дуга;
- в. электрическая искра;
- г. индуктивно связанная плазма.

9. Детекторами для фотоэлектрической регистрации спектров в атомно-эмиссионной спектроскопии служат:

- а. фотоэлементы;
- б. фотоэлектронные умножители;
- в. фотодиоды;
- г. фотопластинки.

10. Количественное определение веществ методом атомно-эмиссионной спектроскопии основано на прямолинейной зависимости:

- а. логарифма интенсивности излучения от логарифма концентрации;
- б. логарифма интенсивности излучения от концентрации;

- в. оптической плотности от логарифма концентрации;
- г. нет верного ответа.

11. Для количественного анализа методом атомно-эмиссионной спектроскопии можно использовать следующие методы расчета концентрации:

- а. градуировочного графика;
- б. одного стандарта;
- в. двух стандартов;
- г. добавок.

Тема «Молекулярно - абсорбционная спектроскопия УФ- и видимой областях спектра»

1. Метод молекулярной абсорбционной спектроскопии в УФ- и видимой областях спектра называют:

- а. спектрофотометрия;
- б. флуориметрия;
- в. рефрактометрия;
- г. масс-спектрометрия.

2. Оптимальным объектом спектрофотометрического определения являются:

- а. порошки;
- б. растворы;
- в. взвеси;
- г. коллоиды.

3. Спектр поглощения раствора вещества, подчиняющегося закону Бугера-Ламберта-Бера, можно получить при помощи:

- а. спектрофотометра;
- б. газового хроматографа;
- в. флуориметра;
- г. рефрактометра.

4. Группы, обуславливающие появление полос поглощения в молекулярных спектрах, называются:

- а. ауксохромы;
- б. хромофоры;
- в. функциональные;
- г. координированные.

5. УФ – спектр водного раствора фенола по сравнению со спектром в изооктане имеет:

- а. гипсохромный сдвиг;
- б. батохромный сдвиг;
- в. идентичную спектральную линию;
- г. нет верного ответа.

6. Оптическая плотность раствора с концентрацией 10,0 мкг/мл вещества, измеренная в кювете с толщиной слоя 1,00 см, равна 1,000. Удельный коэффициент поглощения составляет:

- а. 0,001;
- б. 1,00;
- в. 100;
- г. 1000.

7. Оптическая плотность раствора с концентрацией $1,00 \cdot 10^{-3}$ моль/л вещества, измеренная в кювете с толщиной слоя 1,00 см, равна 1,000. Молярный коэффициент поглощения составляет:
- 0,001;
 - 1,00;
 - 100;
 - 1000.
8. Оптическая плотность раствора вещества, измеренная в кювете с толщиной слоя 1,00 см, равна 1,000. Молярный коэффициент поглощения равен $1000 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$. Концентрация раствора составляет:
- $1,00 \cdot 10^{-3}$ г/100 мл;
 - $1,00 \cdot 10^{-3}$ моль/л;
 - $1,00 \cdot 10^{-3}$ моль/мл.
9. Энергия электромагнитного излучения УФ- и видимого диапазона соответствует энергии:
- валентных колебаний;
 - интеркомбинационной конверсии;
 - деформационных колебаний;
 - возбуждения валентных электронов.
10. Для спектрофотометрического определения цианокобаламина в растворе в видимом диапазоне следует выбрать кюветы:
- стеклянные;
 - из бромида калия;
 - кварцевые;
 - все перечисленные.
11. Спектрофотометр отличается от фотоэлектроколориметра по следующим признакам:
- наличие дифракционной решетки;
 - двухлучевая схема оптического нуля;
 - наличие двух источников излучения;
 - нет отличий.
12. Прием спектрофотометрического анализа, которому предшествует проведение химической реакции, называется:
- прямая фотометрия;
 - фотометрические реакции;
 - фотометрическое титрование;
 - дифференциальная фотометрия.
13. Гибридный метод спектрофотометрического анализа, когда проведение фотометрической реакции совмещается с экстракцией продукта, называется:
- экстракционная спектрофотометрия;
 - производная спектрофотометрия;
 - многоволновая спектрофотометрия;
 - дифференциальная спектрофотометрия.
14. Метод Фирордта (многоволновая спектрофотометрия) основан на законе:

- а. Бугера-Ламберта-Бера;
- б. аддитивности;
- в. Стокса-Ломмеля;
- г. фотоэффекта.

15. Спектрофотометрический метод, аналитическим сигналом при котором является производная оптической плотности n -го порядка, называется:

- а. производная спектрофотометрия;
- б. метод Фирордта;
- в. многоволновая спектрофотометрия;
- г. дифференциальная спектрофотометрия.

16. Группа титриметрических методов анализа, в которых конечную точку титрования обнаруживают по изменению оптической плотности раствора, называется:

- а. амперометрическое титрование;
- б. фотометрическое титрование;
- в. кулонометрическое титрование;
- г. кондуктометрическое титрование.

17. В каких координатах строят кривую титрования при фотометрическом титровании?

- а. $A - C_{\text{титранта}}$, МЛ;
- б. $A - V_{\text{титранта}}$, МЛ;
- в. $T - V_{\text{титранта}}$, МЛ;
- г. $T - C_{\text{титранта}}$, МЛ;

18. В ходе фотометрического титрования оптическая плотность раствора вначале уменьшалась, а затем практически не зависела от объема прибавленного титранта; это возможно, если поглощает:

- а. определяемое вещество;
- б. титрант;
- в. продукт реакции;
- г. определяемое вещество и титрант.

19. В ходе фотометрического титрования оптическая плотность раствора вначале уменьшалась, а затем пропорционально увеличивалась; это возможно, если поглощает:

- а. определяемое вещество;
- б. титрант;
- в. продукт реакции;
- г. определяемое вещество и титрант.

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.

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 ограничен-

ными 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. : Бинوم. 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.ru/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 контроллер» (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 2020/2021 уч. г.

РПД обсуждена и одобрена для реализации в 2020/2021 уч. г. на заседании кафедры химии (протокол № 9 от «11» июня 2020 г.). В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 1 № страницы с изменением: титульный лист	
Исключить: МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙ- СКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	Включить: МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕ- ЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Утверждение изменений в РПД для реализации в 2021/2022 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021/2022 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 7 от 14 апреля 2021 г.).

В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 2 № страницы с изменением: 31	
Исключить:	Включить:
	В пункт 9.3: ЭБС «Юрайт» https://urait.ru/

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2022/2023 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022/2023 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 8 от 26 мая 2022 г.).

В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 3 № страницы с изменением: 31	
Из пункта 9.3 исключить:	В пункт 9.3 включить:
1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник (http://polpred.com/news.) 2. ЭБС «Лань» (http://e.lanbook.com)	1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (https://elibrary.ru/defaultx.asp?)

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022/2023 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 1 от 14 сентября 2022 г.).

В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 4 № страницы с изменением: 31	
В Раздел 9 внесены изменения в список литературы, в базы данных и информационно-справочные системы, в электронно-библиотечные ресурсы. Указаны ссылки, обеспечивающие доступ обучающимся к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам с сайта ФГБОУ ВО «БГПУ».	

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2023/2024 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023/2024 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 9 от 28 июня 2023 г.).