

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт естествознания  
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Е. В. Скрипникова  
«22» июня 2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.О.21 Физические методы исследования

Направление подготовки/специальность: 04.03.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Химия твёрдого тела и химия материалов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2023

Тамбов, 2023

**Автор программы:**

Кандидат химических наук, Урядникова Марина Николаевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 - Химия (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «17» июля 2017 г. № 671).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «15» июня 2023 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «22» июня 2023 г. № 10.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Бакалавриата.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	11
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	23
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	25
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	25

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники

ОПК-5 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- технологический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых технологий, методов и методик получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в сфере паспортизации и сертификации продукции), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере науднотехнических, опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в сфере метрологии сертификации и технического контроля качества продукции)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	Применяет специализированное программное обеспечение и базы данных при решении задач профессиональной сферы деятельности
	ОПК-5 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Пользуется программными продуктами в описании и обсчете полученных данных

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения
		Очная (семестр)
		8
1	Преддипломная практика	+

ОПК-5 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения
		Очная (семестр)
		8
1	Преддипломная практика	+

## 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Физические методы исследования» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.03.01 - Химия.

Дисциплина «Физические методы исследования» изучается в 5 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 3 з.е.

Очная: 3 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>108</b>
Контактная работа	96
Лекции (Лекции)	48
Практические (Практ. раб.)	48
Самостоятельная работа (СР)	12
Зачет	-

## 3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
5 семестр					

1	Физические модели атомов и молекул. Методы определения физических свойств. Методы масс-спектрографии и.	8	8	2	Тестирование
2	Теоретические основы спектроскопических исследований. Методы определения электрических дипольных моментов молекул.	8	8	2	Тестирование
3	Методы определения геометрии молекул и веществ.	8	8	2	Тестирование; коллоквиум
4	Методы колебательной спектроскопии.	8	8	2	Тестирование
5	Методы исследования оптически активных веществ.	8	8	2	Тестирование
6	Магнетохимические и электрооптические методы исследования.	8	8	2	Тестирование; собеседование, опрос

### Тема 1. Физические модели атомов и молекул. Методы определения физических свойств. Методы масс-спектрографии.

#### Лекция.

Физические модели атомов и молекул. Методы определения физических свойств. Общая характеристика и классификация методов. Спектроскопические, дифракционные, электрические и магнитные методы. Чувствительность и разрешающая способность метода. Характеристическое время метода. Энергетические характеристики различных методов. Интеграция методов.

Методы ионизации: электронный удар, фотоионизация, электростатическое неоднородное поле, химическая ионизация. Комбинированные методы. Ионный ток и сечение ионизации. Потенциалы появления ионов. Принцип Франка-Кондона. Вертикальные и адиабатические электронные переходы. Типы ионов в масс-спектрографии: молекулярные, осколочные, метастабильные и другие. Принципиальные схемы различных масс-спектрометров: Демстера, время-пролеточного, квадрупольного, ион-циклотронного резонанса. Фокусирующее действие однородного поперечного магнитного поля. Электростатическая фокусировка. Разрешающая сила масс-спектрометра. Применение масс-спектрографии. Идентификация вещества. Роль разрешения. Таблицы массовых чисел. Измерение потенциалов появления ионов и определение потенциалов ионизации и энергии разрыва связей. Термодинамические исследования. Определение парциальных давлений компонентов газовых смесей. Связь ионного тока с парциальным давлением пара в ячейке Кнудсена. Определение теплоты сублимации, теплоты реакции и константы равновесия

### **Практическое занятие.**

1. Методы ионизации.
2. Применение масс-спектро스코пии.
3. Определение парциальных давлений компонентов газовых смесей.
4. Определение теплоты сублимации, теплоты реакции и константы равновесия.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Физическая теория метода. Прямая и обратная задачи. Понятие корректно и не-корректно поставленных задач в математике.
2. Общая характеристика и классификация методов (спектроскопические, дифракционные, электрические и др.). Чувствительность и разрешающая способность метода. Характеристическое время метода. Интеграция методов.
3. Методы ионизации (электронный удар, фотоионизация, электростатическое не-однородное поле, химическая ионизация).
4. Ионный ток и сечение ионизации. Потенциалы появления ионов. Принцип Франка-Кондона. Вертикальные и адиабатические электронные переходы.
5. Типы ионов в масс-спектроскопии (молекулярные, осколочные, метастабильные и другие).
6. Принципиальная схема масс-спектрометра Демпстера.
7. Вре́мяпролетный масс-спектрометр. Квадрупольный масс-спектрометр. Спектрометр ион-циклотронного резонанса.
8. Применение масс-спектроскопии. Идентификация вещества. Роль разрешения. Таблицы массовых чисел. Измерение потенциалов появления ионов и определение потенциалов ионизации и энергии разрыва связей.
9. Применение масс-спектроскопии. Определение термодинамических характеристик веществ и реакций. Эффективная ячейка Кнудсена.

## **Тема 2. Теоретические основы спектроскопических исследований. Методы определения электрических дипольных моментов молекул.**

### **Лекция.**

Природа электромагнитного излучения, различные типы его взаимодействия с веществом (периодические изменения электрических и магнитных дипольных моментов). Основные характеристики излучения (частота, длина волны, волновое число). Спектры испускания, поглощения и рассеяния атомов, ионов и молекул. Важнейшие характеристики спектральных линий (положение, интенсивность, ширина).

Принципиальная схема спектроскопических измерений в любой области спектра. Основные узлы спектральной установки. Источники электромагнитного излучения (нагретые тела, газоразрядные источники, пламена, лазеры, рентгеновские трубки,  $\gamma$ -излучатели). Монохроматизация излучения, блок-схемы спектрометров, их классификация (монохроматоры, полихроматоры, светофильтры). Характеристика спектральных приборов (разрешающая сила, дисперсия, светосила, аппаратная функция). Приемники излучения (фотографические, фотоэлектрические, счет фотонов). Основные достоинства и недостатки фотографических и фотоэлектрических детекторов. Понятие о шумах, различные типы шумов. Регистрация отдельных фотонов (счет фотонов).

Взаимодействие полярной молекулы с электростатическим полем. Поляризация диэлектрика. Ориентационная поляризация. Эффект Штарка. Определение дипольного момента в газах (первый метод Дебая) и растворах (второй метод Дебая). Применение данных для определения симметрии и конформации молекул. Энергетика внутреннего вращения комплексообразования.

### **Практическое занятие.**

1. Типы взаимодействия электромагнитного излучения с веществом
2. Принципиальная схема спектроскопических измерений
3. Взаимодействие полярной молекулы с электростатическим полем.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Природа электромагнитного излучения, различные типы его взаимодействия с веществом.

2. Основные характеристики излучения (частота, длина волны, волновое число). Спектры испускания, поглощения и рассеяния атомов, ионов и молекул. Важнейшие характеристики спектральных линий (положение, интенсивность, ширина).
3. Источники возбуждения.
4. Диспергирующий элемент.
5. Приемники излучения (фотографические, фотоэлектрические, счет фотонов). Основные достоинства и недостатки фотографических и фотоэлектрических детекторов.
6. Понятие о шумах, различные типы шумов. Регистрация отдельных фотонов (счет фотонов).
7. Поляризация диэлектрика. Ориентационная поляризация. Эффект Штарка.
8. Определение дипольного момента в газах (первый метод Дебая) и растворах (второй метод Дебая).
9. Метод молекулярных пучков. Формирование молекулярного пучка.
10. Метод электрического резонанса.

### **Тема 3. Методы определения геометрии молекул и веществ.**

#### **Лекция.**

Метод вращательной спектроскопии. Схема радиоспектрометра. Условия получения спектра. Типы спектров. Правила отбора. Определение геометрических параметров молекул. Возможности метода и его ограничения. Вращательные спектры комбинационного рассеяния (КР). Стоксовы и антистоксовы линии КР. Схема эксперимента. Использование лазера. Условия получения спектра. Матричный элемент дипольного момента перехода. Правила отбора. Уравнения частот вращательного спектра. Определение геометрических параметров неполярных молекул. Ограничение метода. Газовая электронография. Уравнение потока электронов. Для плоских и сферических волн. Рассеяние электронов на сферическом потенциале. Атомное рассеяние, рассеяние жесткой молекулой. Схема эксперимента. Условия получения электронограмм. Совместное использование газовой электронографии и микроволновой спектроскопии. Метод молекулярных пучков. Формирование молекулярного пучка. Примеры галогенидов второй и третьей групп. Метод электрического резонанса. Определение дипольных моментов и структуры труднолетучих соединений.

#### **Практическое занятие.**

1. Определение геометрических параметров молекул.
2. Определение дипольных моментов и структуры труднолетучих соединений.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Метод вращательной спектроскопии. Схема радиоспектрометра. Условия получения спектра. Типы спектров. Возможности метода и его ограничения.
2. Вращательные спектры комбинационного рассеяния (КР). Стоксовы и антистоксовы линии КР. Схема эксперимента. Использование лазера. Условия получения спектра.
3. Газовая электронография. Уравнение потока электронов. Для плоских и сферических волн. Схема эксперимента. Условия получения электронограмм.
4. Совместное использование газовой электронографии и микроволновой спектроскопии.

### **Тема 4. Методы колебательной спектроскопии.**

#### **Лекция.**

Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Классическая задача о колебаниях многоатомных молекул. Анализ нормальных колебаний молекулы по экспериментальным данным. Сопоставление ИК и КР спектров и выводы о симметрии молекулы. Нахождение силовых полей и проблемы их неоднозначности. Применение методов колебательной спектроскопии в химии. Техника и методики ИК и КР спектроскопии. Аппаратура ИК спектроскопии, прозрачные материалы, приготовление образцов. Метод НПВО. Аппаратура спектроскопии КР, преимущества лазерных источников возбуждения.



УФ спектроскопия. Эмиссионная УФ спектроскопия как метод исследования двух-атомных молекул. Определение молекулярных постоянных. Абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях как метод исследования электронных спектров многоатомных молекул. Применение спектров поглощения в химии. Техника и методика эмиссионной и абсорбционной спектроскопии, аппаратура, исследуемые образцы, чувствительность методов. Методы рентгеновской фотоэлектронной и оже-спектроскопии. Сравнение метода ФЭС и рентгеновской спектроскопии. Определение химических элементов и энергии связи электронов на внешних и внутренних оболочках атомов. Особенности эксперимента и возможные применения методов в химии, их ограничения.

### **Практическое занятие.**

1. Анализ нормальных колебаний молекулы по экспериментальным данным. Сопоставление ИК и КР спектров и выводы о симметрии молекулы.
2. Применение спектров поглощения в химии.
3. Определение химических элементов и энергии связи электронов на внешних и внутренних оболочках атомов.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Классическая задача о колебаниях многоатомных молекул.
2. Анализ нормальных колебаний молекулы по экспериментальным данным. Сопоставление ИК и КР спектров и выводы о симметрии молекулы.
3. Применение методов колебательной спектроскопии в химии. Техника и методики ИК и КР спектроскопии. Аппаратура ИК спектроскопии, прозрачные материалы, приготовление образцов.
4. УФ спектроскопия. Эмиссионная УФ спектроскопия как метод исследования двухатомных молекул. Определение молекулярных постоянных.
5. Абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях как метод исследования электронных спектров многоатомных молекул. Применение спектров поглощения в химии.
6. Техника и методика эмиссионной и абсорбционной спектроскопии, аппаратура, исследуемые образцы, чувствительность методов.
7. Методы рентгеновской фотоэлектронной и оже-спектроскопии.
8. Сравнение метода ФЭС и рентгеновской спектроскопии. Определение химических элементов и энергии связи электронов на внешних и внутренних оболочках атомов. Особенности эксперимента и возможные применения методов в химии, их ограничения

## **Тема 5. Методы исследования оптически активных веществ.**

### **Лекция.**

Дисперсия оптического вращения (ДОВ). Круговая поляризация луча света. Вращение плоскости поляризации плоскополяризованного света. Условия вращения плоскости поляризации. Схема эксперимента. Применение к изучению конфигурации и конформации оптически активных веществ. Оптический круговой дихроизм (КД). Уравнение поглощения света. Эллиптическая поляризация света. Зависимость оптического КД от длины волны. Схема измерений КД. Область применения в стереохимии и электронном строении оптически активных веществ. Сравнение с дисперсией оптического вращения и УФ спектроскопией.

### **Практическое занятие.**

1. Применение дисперсии оптического вращения к изучению конфигурации и конформации оптически активных веществ.
2. Область применения оптического кругового дихроизма в стереохимии и электронном строении оптически активных веществ.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Дисперсия оптического вращения (ДОВ). Круговая поляризация луча света. Схема эксперимента. Применение к изучению конфигурации и конформации оптически активных веществ.
2. Оптический круговой дихроизм (КД). Уравнение поглощения света. Эллиптическая поляризация света. Зависимость оптического КД от длины волны. Схема измерений КД.

## **Тема 6. Магнетохимические и электрооптические методы исследования.**

### **Лекция.**

Поведение вещества во внешнем постоянном магнитном поле. Магнитная индукция, магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость вещества. Природа явлений диа-, пара-, ферро-ферромагнетизма. Магнитные свойства неорганических соединений и комплексов переходных металлов. Релеевское рассеяние и эффект Керра.

Главные значения поляризуемости химических связей. Эффект Фарадея и магнитный ди-хроизм. Схема эксперимента. Применение в химии.

Метод ЯМР, физические основы явления. Снятие вырождения спиновых состояний в постоянном магнитном поле. Условие ЯМР. Заселенность уровней энергии, насыщение, релаксационные процессы и ширина сигнала. Химический сдвиг и спин-спиновое расщепление в спектрах ЯМР. Относительный химический сдвиг, его определение и использование в химии. Спин-спиновое взаимодействие ядер, его природа. Анализ спектров ЯМР. Протонный магнитный резонанс ЯМР на  $^{13}\text{C}$  и других ядрах. Метод двойного резонанса. Применение спектров ЯМР в химии. Техника и методика эксперимента. Изучение быстро протекающих процессов. Химическая поляризация ядер. Блок-схема спектрометра ЯМР, типы спектрометров. Характер образцов. Сравнение метода ЯМР с другими методами, его достоинства и ограничения. Метод ЭПР, его принципы. Условия ЭПР. g-Фактор и его назначение. Сверхтонкое расщепление сигнала ЭПР при взаимодействии с одним и несколькими ядрами. Тонкое расщепление. Ширина линий. Приложение метода ЭПР в химии. Метод ЯКР. Взаимодействие «квадрупольного» ядра с неоднородным электрическим полем. Градиент поля на ядре. Квадрупольные уровни энергии при аксиальной симметрии поля. Параметр асимметрии поля и уровни энергии. Приложение метода ЯКР и его возможности. Особенности эксперимента. ЯГР.  $\gamma$ -Резонансная ядерная флуоресценция. Эффект Мессбауэра. Энергии испускаемых и поглощаемых  $\gamma$ -квантов. Доплеровское уширение и энергия отдачи. Процедура получения  $\gamma$ -резонансных спектров. Химический (изомерный) сдвиг. Возможности применения ЯГР в химии и ограничения

### **Практическое занятие.**

1. Сравнение метода ЯМР с другими методами, его достоинства и ограничения.
2. Приложение метода ЭПР в химии.
3. Приложение метода ЯКР и его возможности.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Поведение вещества во внешнем постоянном магнитном поле. Магнитная индукция, магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость вещества.
2. Природа явлений диа-, пара-, ферро- ферромагнетизма. Магнитные свойства неорганических соединений и комплексов переходных металлов.
3. Релеевское рассеяние и эффект Керра. Главные значения поляризуемости химических связей. Эффект Фарадея и магнитный ди-хроизм. Схема эксперимента. Применение в химии.
4. Метод ЯМР, физические основы явления. Снятие вырождения спиновых состояний в постоянном магнитном поле. Условие ЯМР. Заселенность уровней энергии, насыщение, релаксационные процессы и ширина сигнала.
5. Химический сдвиг и спин-спиновое расщепление в спектрах ЯМР. Относительный химический сдвиг, его определение и использование в химии. Спин-спиновое взаимодействие ядер, его природа.
6. Анализ спектров ЯМР. Протонный магнитный резонанс ЯМР на  $^{13}\text{C}$  и других ядрах. Метод двойного резонанса.
7. Применение спектров ЯМР в химии. Техника и методика эксперимента. Блок-схема спектрометра ЯМР, типы спектрометров. Характер образцов. Сравнение метода ЯМР с другими методами, его достоинства и ограничения.
8. Метод ЭПР, его принципы. Условия ЭПР. g-Фактор и его назначение. Сверхтонкое расщепление сигнала ЭПР при взаимодействии с одним и несколькими ядрами. Тонкое расщепление. Ширина линий. Приложение метода ЭПР в химии.

9. Метод ЯКР. Взаимодействие «квадрупольного» ядра с неоднородным электрическим полем. Градиент поля на ядре. Квадрупольные уровни энергии при аксиальной симметрии поля.

10. Приложение метода ЯКР и его возможности. Особенности эксперимента.

11. ЯГР.  $\gamma$ -Резонансная ядерная флуоресценция. Эффект Мессбауэра. Энергии испускаемых и поглощаемых  $\gamma$ -квантов. Допплеровское уширение и энергия отдачи.

12. Процедура получения  $\gamma$ -резонансных спектров. Химический (изомерный) сдвиг. Возможности применения ЯГР в химии и ограничения.

#### 4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

##### 4.1. Распределение баллов:

##### 5 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 70 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов

##### Распределение баллов по заданиям:

№ темы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мак. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Физические модели атомов и молекул. Методы определения физических свойств. Методы масс-спектрографии.	Тестирование	10	Решение теста из 10 вопросов. По 1 баллу за правильный ответ.
2.	Теоретические основы спектроскопических исследований. Методы определения электрических дипольных моментов молекул.	Тестирование	10	Решение теста из 10 вопросов. По 1 баллу за правильный ответ.
3.	Методы определения геометрии молекул и	Тестирование(контрольный срез)	10	Решение теста из 10 вопросов. По 1 баллу за правильный ответ.

	веществ.	коллоквиум	15	<p>Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 15 баллов:</p> <p>11-15 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.</p> <p>5-10 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений</p> <p>2-4 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания</p> <p>0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом</p>
4.	Методы колебательной спектроскопии.	Тестирование	10	Решение теста из 10 вопросов. По 1 баллу за правильный ответ.
5.	Методы исследования оптически активных веществ.	Тестирование	10	Решение теста из 10 вопросов. По 1 баллу за правильный ответ.
6.	Магнетохимические и электрооптические методы	Тестирование(контрольный срез)	10	Решение теста из 10 вопросов. По 1 баллу за правильный ответ.

	исследования.	собеседование, опрос	15	<p>Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 15 баллов:</p> <p>11-15 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.</p> <p>5-10 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений</p> <p>2-4 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания</p> <p>0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом</p>
7.	Посещаемость		10	10 баллов - 100% посещаемость
8.	Премиальные баллы		10	премиальные баллы могут быть начислены за постоянную активность на практических занятиях
9.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		50	студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
10.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

#### 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

##### КОЛЛОКВИУМ

#### Тема 3. Методы определения геометрии молекул и веществ.

1. Физическая теория метода. Прямая и обратная задачи. Понятие корректно и некорректно поставленных задач в математике.
2. Общая характеристика и классификация методов (спектроскопические, дифракционные, электрические и др.). Чувствительность и разрешающая способность метода. Характеристическое время метода. Интеграция методов.
3. Методы ионизации (электронный удар, фотоионизация, электростатическое неоднородное поле, химическая ионизация).
4. Ионные ток и сечение ионизации. Потенциалы появления ионов. Принцип Франка-Кондона. Вертикальные и адиабатические электронные переходы.
5. Типы ионов в масс-спектропии (молекулярные, осколочные, метастабильные и другие).
6. Принципиальная схема масс-спектрометра Демпстера.
7. Времяпролетный масс-спектрометр. Квадрупольный масс-спектрометр. Спектрометр ион-циклотронного резонанса.
8. Применение масс-спектропии. Идентификация вещества. Роль разрешения. Таблицы массовых чисел. Измерение потенциалов появления ионов и определение потенциалов ионизации и энергии разрыва связей.
9. Применение масс-спектропии. Определение термодинамических характеристик веществ и реакций. Эффузионная ячейка Кнудсена.
10. Природа электромагнитного излучения, различные типы его взаимодействия с веществом.
11. Основные характеристики излучения (частота, длина волны, волновое число). Спектры испускания, поглощения и рассеяния атомов, ионов и молекул. Важнейшие характеристики спектральных линий (положение, интенсивность, ширина).
12. Источники возбуждения.
13. Диспергирующий элемент.
14. Приемники излучения (фотографические, фотоэлектрические, счет фотонов). Основные достоинства и недостатки фотографических и фотоэлектрических детекторов.
15. Понятие о шумах, различные типы шумов. Регистрация отдельных фотонов (счет фотонов).
16. Поляризация диэлектрика. Ориентационная поляризация. Эффект Штарка.
17. Определение дипольного момента в газах (первый метод Дебая) и растворах (второй метод Дебая).
18. Метод молекулярных пучков. Формирование молекулярного пучка.
19. Метод электрического резонанса.

### **собеседование, опрос**

#### Тема 6. Магнетохимические и электрооптические методы исследования.

1. Метод вращательной спектроскопии. Схема радиоспектрометра. Условия получения спектра. Типы спектров. Возможности метода и его ограничения.
2. Вращательные спектры комбинационного рассеяния (КР). Стоксовы и антистоксовы линии КР. Схема эксперимента. Использование лазера. Условия получения спектра.
3. Газовая электронография. Уравнение потока электронов. Для плоских и сферических волн. Схема эксперимента. Условия получения электронограмм.
4. Совместное использование газовой электронографии и микроволновой спектроскопии.
5. Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Классическая задача о колебаниях многоатомных молекул.
6. Анализ нормальных колебаний молекулы по экспериментальным данным. Сопоставление ИК и КР спектров и выводы о симметрии молекулы.
7. Применение методов колебательной спектроскопии в химии. Техника и методики ИК и КР спектроскопии. Аппаратура ИК спектроскопии, прозрачные материалы, приготовление образцов.
8. УФ спектроскопия. Эмиссионная УФ спектроскопия как метод исследования двухатомных молекул. Определение молекулярных постоянных.

9. Абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях как метод исследования электронных спектров многоатомных молекул. Применение спектров поглощения в химии.
10. Техника и методика эмиссионной и абсорбционной спектроскопии, аппаратура, исследуемые образцы, чувствительность методов.
11. Методы рентгеновской фотоэлектронной и оже-спектроскопии.
12. Сравнение метода ФЭС и рентгеновской спектроскопии. Определение химических элементов и энергии связи электронов на внешних и внутренних оболочках атомов. Особенности эксперимента и возможные применения методов в химии, их ограничения.
13. Дисперсия оптического вращения (ДОВ). Круговая поляризация луча света. Схема эксперимента. Применение к изучению конфигурации и конформации оптически активных веществ.
14. Оптический круговой дихроизм (КД). Уравнение поглощения света. Эллиптическая поляризация света. Зависимость оптического КД от длины волны. Схема измерений КД.
15. Поведение вещества во внешнем постоянном магнитном поле. Магнитная индукция, магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость вещества.
16. Природа явлений диа-, пара-, ферро- ферромагнетизма. Магнитные свойства неорганических соединений и комплексов переходных металлов.
17. Релеевское рассеяние и эффект Керра. Главные значения поляризуемости химических связей. Эффект Фарадея и магнитный дихроизм. Схема эксперимента. Применение в химии.
18. Метод ЯМР, физические основы явления. Снятие вырождения спиновых состояний в постоянном магнитном поле. Условие ЯМР. Заселенность уровней энергии, насыщение, релаксационные процессы и ширина сигнала.
19. Химический сдвиг и спин-спиновое расщепление в спектрах ЯМР. Относительный химический сдвиг, его определение и использование в химии. Спин-спиновое взаимодействие ядер, его природа.
20. Анализ спектров ЯМР. Протонный магнитный резонанс ЯМР на  $^{13}\text{C}$  и других ядрах. Метод двойного резонанса.
21. Применение спектров ЯМР в химии. Техника и методика эксперимента. Блок-схема спектрометра ЯМР, типы спектрометров. Характер образцов. Сравнение метода ЯМР с другими методами, его достоинства и ограничения.
22. Метод ЭПР, его принципы. Условия ЭПР. g-Фактор и его назначение. Сверхтонкое расщепление сигнала ЭПР при взаимодействии с одним и несколькими ядрами. Тонкое расщепление. Ширина линий. Приложение метода ЭПР в химии.
23. Метод ЯКР. Взаимодействие «квадрупольного» ядра с неоднородным электрическим полем. Градиент поля на ядре. Квадрупольные уровни энергии при аксиальной симметрии поля.
24. Приложение метода ЯКР и его возможности. Особенности эксперимента.
25. ЯГР.  $\gamma$ -Резонансная ядерная флуоресценция. Эффект Мессбауэра. Энергии испускаемых и поглощаемых  $\gamma$ -квантов. Допплеровское уширение и энергия отдачи.
26. Процедура получения  $\gamma$ -резонансных спектров. Химический (изомерный) сдвиг. Возможности применения ЯГР в химии и ограничения.

## Тестирование

Тема 1. Физические модели атомов и молекул. Методы определения физических свойств. Методы масс-спектроскопии.

1. Что понимают под физическим методом исследования?
  - a. эксперимент по взаимодействию вещества с полем, излучением или потоком частиц;
  - b. методы, основанные на рассеянии излучения;
  - c. методы, основанные на поглощении излучения;
  - d. эксперимент по взаимодействию излучения с полем или потоком частиц.
2. Рентгеновские лучи рассеиваются:

а. электронами атомов и молекул;

б. электрическим полем, создаваемым ядрами и электронами;

с. ядерными силами;

д. магнитным полем.

3. Стоксовы переходы – это

а. переходы, когда частота рассеянного излучения увеличивается и молекула переходит под воздействием излучения на более высокий энергетический уровень;

б. переходы, когда частота рассеянного излучения увеличивается и молекула переходит под воздействием излучения в более низкое энергетическое состояние;

с. переходы, когда частота рассеянного излучения уменьшается и молекула переходит под воздействием излучения на более высокий энергетический уровень;

д. когда основная часть рассеянного молекулами излучения не сохраняет частоту падающего излучения.

4. Интенсивность спектральной линии определяется выражением:

а.  $I_{kr} = N_k A_{kr} \nu_{kr}$ ;

б.  $I_{kr} = N_k A_{kr} h \nu_{kr}$ ;

с.  $I_k = N_k A_k h \nu_k$ ;

д.  $I = N_k A h \nu_{kr}$ .

5. Микроволновые спектры изучаются в основном как спектры:

а. поглощения;

б. рассеяния;

с. испускания

6. Соотношение де Бройля записывается в виде:

а.  $\lambda = h/mv$ ; б.  $\lambda = h/mv^2$ ;

с.  $\lambda = h/2\pi$ ; д.  $\lambda = \pi /mv$ .

7. Константа Больцмана равна:

а.  $6,62 \cdot 10^{-34}$  Дж·с;

б.  $1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж/к;

с.  $2,99 \cdot 10^8$  м/с;

д.  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Дж.

8. Под прямой задачей физического метода исследования понимают:

а. определение изменений поля, излучения или потока частиц после взаимодействия с веществом, обладающим совокупностью физических свойств;

б. определение свойств вещества по результатам изменений поля, излучения или потока частиц после их взаимодействия с веществом;

с. определение изменений поля, излучения или потока частиц до взаимодействия с веществом, обладающим совокупностью физических свойств;

д. определение свойств поля, излучения или потока частиц до и после взаимодействия с веществом, обладающим совокупностью физических свойств.

9. Решением уравнения Шредингера является функция, которая описывает плоскую волну, распространяющуюся вдоль оси Z, и имеет вид:

а.  $\psi = e^{ikz}$ ;

б.  $\psi = e^{ikr}$ ;

с.  $\psi(r, \theta) = f(\theta)$ ;

д.  $\psi(r, \theta) = f(\theta)$ .

10. По системе СИ единицей измерения дипольного момента молекул является:

а. Д;

б. Кл·см;

с. Кл·м;

д. Кл



Тема 2. Теоретические основы спектроскопических исследований. Методы определения электрических дипольных моментов молекул.

1. Уравнение Планка записывается в виде:

- a.  $\Delta E = hc$ ;
- b.  $\Delta E = h\nu$ ;
- c.  $E = h\Delta\nu$ ;
- d.  $\Delta E = hc\nu$ .

2. Волновое число – это:

- a. число длин волн, укладывающихся в единицу длины;
- b. расстояние, проходимое волной за время одного полного колебания;
- c. число длин волн за время одного полного колебания.
- d. число раз в секунду, когда электрическое (или магнитное) поле достигает своего максимального положительного значения.

3. Методы масс-спектрометрии – это

- a. методы разделения положительных ионов, образованных при ионизации исследованного вещества, и измерение отношения масс к заряду;
- b. методы разделения положительных и отрицательных ионов, образованных при ионизации исследованного вещества, и измерение отношения масс к заряду;
- c. методы разделения отрицательных ионов, образованных при ионизации исследованного вещества, и измерение отношения масс к заряду;
- d. методы разделения молекул веществ, и измерение их масс.

4. Потенциал ионизации атома или молекулы – это

- a. наибольшее значение энергии, которое необходимо сообщить молекуле или атому для однократной ионизации, отнесенной к заряду электрона;
- b. наименьшее значение энергии, которое необходимо сообщить молекуле или атому для однократной ионизации, отнесенной к заряду электрона;
- c. наибольшее значение потенциала, которое необходимо сообщить молекуле или атому для однократной ионизации, отнесенной к заряду электрона;
- d. наименьшее значение потенциала, необходимое для однократной ионизации, отнесенной к заряду электрона.

5. Для химии более важна задача:

- a. прямая;
- b. прямая и обратная;
- c. обратная;
- d. корректная.

6. Пучки нейтронов рассеиваются:

- a. электронами атомов и молекул;
- b. электрическим полем, создаваемым ядрами и электронами;
- c. ядерными силами;
- d. магнитным полем.

7. Деформационная поляризуемость молекул – это:

- a. поляризуемость, которая возникает вследствие вырывания электронов под действием электрического поля;
- b. поляризуемость, которая возникает вследствие смещения электронов относительно ядер под действием электрического поля;
- c. возникновение индуцированного дипольного момента в результате изменения положения диполя в пространстве под действием поля.
- d. поляризуемость, которая возникает вследствие смещения диполя под действием электрического поля.

8. Частота – это:
  - a. число длин волн, укладываемых в единицу длины;
  - b. расстояние, проходимое волной за время одного полного колебания;
  - c. число длин волн за время одного полного колебания.
  - d. число раз в секунду, когда электрическое (или магнитное) поле достигает своего максимального положительного значения.
9. Постоянная Планка равна:
  - a.  $6,62 \cdot 10^{-34}$  Дж·с;
  - b.  $1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж/к;
  - c.  $2,99 \cdot 10^8$  м/с;
  - d.  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Дж.
10. Дифракционные методы основаны на:
  - a. на рассеянии излучения или потока частиц с изменением их энергии;
  - b. на рассеянии излучения или потока частиц без изменения их энергии, т.е. на упругом рассеянии;
  - c. на упругом рассеянии излучения или потока частиц;
  - d. на неупругом рассеянии излучения или потока частиц.

### Тема 3. Методы определения геометрии молекул и веществ.

1. Выражение для ионного тока имеет вид:
  - a.  $I_j = I n_j \sigma_j$ ;
  - b.  $I_j = I n_j l$ ;
  - c.  $I_j = I n_j \sigma_j l$ ;
  - d.  $I_j = n_j \sigma_j l$ .
2. Дипольный момент, возникающий в молекуле под действием электрического поля, называется:
  - a. собственным;
  - b. индуцированным;
  - c. ориентационным;
  - d. постоянным.
3. Первый магнитный масс-спектрометр был сконструирован:
  - a. Астоном;
  - b. Томсоном.
  - c. Демпстером.
4. Решением уравнения Шредингера является функция, которая описывает сферическую волну, и имеет вид:
  - a.  $\psi = e^{ikz}$ ;
  - b.  $\psi = e^{ikr}$ ;
  - c.  $\psi(r, \theta) = f(\theta)$ ;
  - d.  $\psi(r, \theta) = f(\theta)$ .
5. Ориентационная поляризуемость равна:
  - a.  $\alpha_r = \mu^2 / (3kT)$ ;
  - b.  $\alpha_r = \mu^0 / (3kT)$ ;
  - c.  $\alpha_r = \mu^2 E / (3kT)$ ;
  - d.  $\alpha_r = \mu^2 / (3RT)$ .
6. Первый метод Дебая используется:
  - a. для определения электрического дипольного момента молекул паров веществ;
  - b. для определения электрических дипольных моментов молекул паров веществ и молекул веществ в разбавленных растворах;
  - c. для определения электрических дипольных моментов молекул веществ в разбавленных растворах.
7. Эффект Штарка заключается в том, что:

- a. энергетические уровни атома расщепляются на ряд подуровней в электрическом поле;
  - b. энергетические уровни атома не могут расщепляться на ряд подуровней в электрическом поле;
  - c. энергетические уровни атома расщепляются на ряд подуровней в магнитном поле;
  - d. энергетические уровни атома расщепляются на ряд подуровней в электрическом и магнитном поле.
8. Для работы в видимом и ближнем ИК участках спектра обычно используют:
- a. призмы из KCl;
  - b. стеклянные призмы;
  - c. кварцевые призмы;
  - d. призмы из NaCl.
9. Масс-спектр – это
- a. совокупность значений масс молекул, а точнее их отношение к заряду и количество этих молекул;
  - b. совокупность значений зарядов ионов и количество этих ионов;
  - c. совокупность значений масс ионов, а точнее их отношение к заряду электрона и количество этих ионов;
  - d. совокупность значений зарядов ионов, а точнее их отношение к массе и количество этих ионов.
10. Молекулярные ионы – это
- a. такие ионы, масса которых равна массе ионизируемой молекулы;
  - b. ионы, в которых идет разрыв одних связей и образование других.
  - c. такие ионы, масса которых не равна массе ионизируемой молекулы;
  - d. такие ионы, которые подвергаются фрагментации.

#### Тема 4. Методы колебательной спектроскопии.

1. Ионный ток – это
- a. число молекул, образующихся в единицу времени;
  - a. число атомов, образующихся в единицу времени;
  - b. число ионов, образующихся в единицу времени;
  - c. число радикалов, образующихся в единицу времени.
2. Преимущество вращательной спектроскопии КР перед микроволновой спектроскопией заключается в том, что
- a. можно исследовать структуру полярных молекул;
  - a. можно исследовать структуру неполярных молекул;
  - b. нельзя исследовать структуру полярных молекул;
  - c. нельзя исследовать структуру неполярных молекул.
3. Вращательные волновые функции называются отрицательными и обозначаются знаком «-», если
- a. знак функции при инверсии системы координат изменяется;
  - b. знак функции при инверсии системы координат уменьшается;
  - c. знак функции при инверсии системы координат не изменяется;
  - d. знак функции при инверсии системы координат увеличивается.
4. Масс-спектрографы используются в
- a. химии;
  - b. физике;
  - c. математике.
5. В эксперименте по отклонению молекул в неоднородном электрическом поле молекулярный пучок обеспечивает:
- a. движение молекул в одном направлении, испытывая взаимные столкновения;
  - b. движение молекул в одном направлении, не испытывающих взаимных столкновений;
  - c. движение молекул в разных направлениях, испытывая взаимные столкновения;
  - d. движение молекул в разных направлениях, не испытывая взаимных столкновений.

6. Принцип Франка-Кондона гласит:

- a. за время электронного перехода в молекуле межъядерные расстояния атомов изменяются;
- b. за время электронного перехода расстояния между молекулами остаются постоянными;
- c. за время электронного перехода в молекуле межъядерные расстояния атомов остаются постоянными;
- d. за время электронного перехода расстояния между молекулами изменяются.

7. Потенциал появления ионов – это

- a. максимальная энергия электронов, при которой начинается ионизация вещества;
- b. минимальная энергия электронов, при которой начинается ионизация вещества;
- c. минимальная энергия электронов, при которой не происходит ионизации вещества;
- d. минимальная энергия электронов, при которой ионизация вещества остается постоянной.

8. Дипольный момент изолированной молекулы называется:

- a. собственным;
- b. индуцированным;
- c. ориентационным.

9. Эффект Зеемана заключается в том, что:

- a. энергетические уровни атома расщепляются на ряд подуровней в электрическом поле;
- b. энергетические уровни атома не могут расщепляться на ряд подуровней в электрическом поле;
- c. энергетические уровни атома расщепляются на ряд подуровней в магнитном поле;
- d. энергетические уровни атома расщепляются на ряд подуровней в электрическом и магнитном поле.

10. Стоксовы переходы – это

- a. переходы, когда частота рассеянного излучения увеличивается и молекула переходит под воздействием излучения на более высокий энергетический уровень;
- b. переходы, когда частота рассеянного излучения увеличивается и молекула переходит под воздействием излучения в более низкое энергетическое состояние;
- c. переходы, когда частота рассеянного излучения уменьшается и молекула переходит под воздействием излучения на более высокий энергетический уровень;
- d. когда основная часть рассеянного молекулами излучения не сохраняет частоту падающего излучения.

#### Тема 5. Методы исследования оптически активных веществ.

1. Соотношение де Бройля записывается в виде:

- a.  $\lambda = h/mv$ ;
- b.  $\lambda = h/mv^2$ ;
- c.  $\lambda = h/2\pi$ ;
- d.  $\lambda = \pi /mv$ .

2. Уравнение Планка записывается в виде:

- a.  $\Delta E = hc$ ;
- b.  $\Delta E = h\nu$ ;
- c.  $E = h\Delta\nu$ ;
- d.  $\Delta E = hc\nu$ .

3. . Вертикальные переходы – это

- a. электронные переходы, не подчиняющиеся принципу Франка-Кондона;
- b. электронные переходы, которые подчиняются принципу Франка-Кондона;
- c. молекулярные переходы, подчиняющиеся принципу Франка-Кондона.

4. С увеличением числа атомов в молекуле вероятность фрагментации молекулярного иона:

- a. уменьшается;
- b. увеличивается;

- с. не изменяется;
  - d. равна нулю.
5. Электронный удар – это
- a. взаимодействие электрона с низкой энергией с атомом или молекулой, в результате которого происходит изменение энергии взаимодействующих частиц или отрыв одного или нескольких электронов от атома или молекулы;
  - b. взаимодействие электрона с высокой энергией с атомом или молекулой, в результате которого энергия взаимодействующих частиц не изменяется;
  - с. взаимодействие электрона с высокой энергией с атомом или молекулой, в результате которого не происходит отрыва электронов от атома или молекулы;
  - d. взаимодействие электрона с высокой энергией с атомом или молекулой, в результате которого происходит изменение энергии взаимодействующих частиц или отрыв одного или нескольких электронов от атома или молекулы.
6. Метод газовой электронографии относится к:
- a. спектроскопическим методам;
  - b. дифракционным методам;
  - с. оптическим методам;
  - d. электрическим.
7. Второй метод Дебая используется:
- a. для определения электрического дипольного момента молекул паров веществ;
  - b. для определения электрических дипольных моментов молекул паров веществ и молекул веществ в разбавленных растворах;
  - с. для определения электрических дипольных моментов молекул веществ в разбавленных растворах.
8. По системе СИ единицей измерения дипольного момента молекул является:
- a. Д;
  - b. Кл·см;
  - с. Кл·м;
  - d. Кл.
9. Дипольный момент, возникающий в молекуле под действием электрического поля, называется:
- a. собственным;
  - b. индуцированным;
  - с. ориентационным;
  - d. постоянным.
10. Длина волны электромагнитного излучения связана с его частотой соотношением:
- a.  $\nu = c/h$ ;
  - b.  $\nu = c/\lambda$ ;
  - с.  $\nu = \lambda/c$ ;
  - d.  $\lambda = \nu /c$ .

#### Тема 6. Магнетохимические и электрооптические методы исследования.

- 1. Ионный ток – это
  - a. число молекул, образующихся в единицу времени;
  - b. число атомов, образующихся в единицу времени;
  - с. число ионов, образующихся в единицу времени;
  - d. число радикалов, образующихся в единицу времени.
- 2. Дипольный момент, возникающий в молекуле под действием электрического поля, называется:
  - a. собственным; b. индуцированным;
  - с. ориентационным; d. постоянным.
- 3. Интенсивность спектральной линии определяется выражением:
  - a.  $I_{kr} = NkA_{kr}\nu_{kr}$ ; b.  $I_{kr} = NkA_{kr}h\nu_{kr}$ ;

с.  $I_k = N_k A_k h \nu_k$ ; d.  $I = N_k A_h \nu_k$ .

4. Волновое число – это:

- а. число длин волн, укладываемых в единицу длины;
- а. расстояние, проходимое волной за время одного полного колебания;
- б. число длин волн за время одного полного колебания.
- с. число раз в секунду, когда электрическое (или магнитное) поле достигает своего максимального положительного значения.

5. Релеевское рассеяние – это

- а. рассеяние, когда основная часть рассеянного молекулами излучения не сохраняет частоту падающего излучения;
- б. рассеяние, когда основная часть рассеянного молекулами излучения сохраняет частоту падающего излучения;
- с. рассеяние, когда частота рассеянного излучения уменьшается;
- д. рассеяние, когда частота рассеянного излучения увеличивается.

6. Дипольный момент молекулы определяется по формуле:

- а.  $\mu_0 = qm$ ;
- б.  $\mu_0 = El$ ;
- с.  $\mu_0 = ql$ ;
- д.  $\mu_0 = \phi l$ .

7. Длина волны – это:

- а. число длин волн, укладываемых в единицу длины;
- б. расстояние, проходимое волной за время одного полного колебания;
- с. число длин волн за время одного полного колебания.
- д. число раз в секунду, когда электрическое (или магнитное) поле достигает своего максимального положительного значения.

8. Ионный ток – это

- а. число молекул, образующихся в единицу времени;
- б. число атомов, образующихся в единицу времени;
- с. число ионов, образующихся в единицу времени;
- д. число радикалов, образующихся в единицу времени.

9. Эффект Зеемана заключается в том, что:

- а. энергетические уровни атома расщепляются на ряд подуровней в электрическом поле;
- б. энергетические уровни атома не могут расщепляться на ряд подуровней в электрическом поле;
- с. энергетические уровни атома расщепляются на ряд подуровней в магнитном поле;
- д. энергетические уровни атома расщепляются на ряд подуровней в электрическом и магнитном поле.

10. В эксперименте по отклонению молекул в неоднородном электрическом поле молекулярный пучок обеспечивает:

- а. движение молекул в одном направлении, испытывая взаимные столкновения;
- б. движение молекул в одном направлении, не испытывая взаимных столкновений;
- с. движение молекул в разных направлениях, испытывая взаимные столкновения;
- д. движение молекул в разных направлениях, не испытывая взаимных столкновений.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

### Типовые вопросы зачета (ОПК-3, ОПК-5)

1. Физические модели атомов и молекул. Методы определения физических свойств.
2. Общая характеристика и классификация методов (спектроскопические, дифракционные, электрические и др.).

3. Методы ионизации (электронный удар, фотоионизация, электростатическое не-однородное поле, химическая ионизация).
4. Ионные ток и сечение ионизации. Потенциалы появления ионов. Принцип Фран-ка-Кондона.
5. Типы ионов в масс-спектропии (молекулярные, осколочные, метастабильные и другие).

### Типовые задания для зачета (ОПК-3, ОПК-5)

1. Физическая теория метода. Прямая и обратная задачи. Понятие корректно и не-корректно поставленных задач в математике.
2. Применение масс-спектропии. Определение термодинамических характеристик веществ и реакций. Эффузионная ячейка Кнудсена.
3. Поляризация диэлектрика. Ориентационная поляризация. Эффект Штарка.
4. Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Классическая задача о колебаниях многоатомных молекул.
5. Абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях как метод исследования электронных спектров многоатомных молекул. Применение спектров поглощения в химии.

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ОПК-3	
	ОПК-5	
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ОПК-3	
	ОПК-5	

### 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

#### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

#### 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

### 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

### 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;



- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература:**

1. Каныгина О. Н., Четверикова А. Г., Бердинский В. Л. Физические методы исследования веществ. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014. - 141 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330539>

### **6.2 Дополнительная литература:**

1. Ярышев Н. Г., Медведев Ю. Н., Токарев М. И., Бурихина А. В., Камкин Н. Н. Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе. - Издание второе, переработанное и дополненное. - Москва: Прометей, 2015. - 196 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=426720>
2. Мовчан И. Н., Горбунова Т. С., Евгеньева И. И., Романова Р. Г. Аналитическая химия: физико-химические и физические методы анализа : учебное пособие. - Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2013. - 236 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259010>

### **6.3 Иные источники:**

1. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>
2. Химическая энциклопедия на сайте «Химик.ру» - <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>
3. Электронная библиотека учебников для вузов - <http://4du.ru/>
4. учебные материалы на сайте химического факультета МГУ - <http://www.chem.msu.su/rus/chemistry>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 МБ 11.0.08

7-Zip 9.20

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
2. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
3. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
4. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>
5. Юрайт: электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
7. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» . – URL: <http://www.biblioclub.ru>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.