МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕБЮДЖЕТНОЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Декан
химического факультета

В.Н. Семенов

10.04.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ФТД.В.03 Электронные спектры индивидуальных веществ

1. **Шифр и наименование специальности:**
04.05.01- Фундаментальная и прикладная химия

2. **Профиль подготовки/специализации:** Фундаментальная химия в профессиональном образовании

3. **Квалификация (степень) выпускника:** Химик. Преподаватель химии.

4. **Форма образования:** очная

5. **Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** общей и неорганической химии

6. **Составители программы:** Косяков Андрей Викторович, к.х.н., доцент

7. **Рекомендована:** НМС химического факультета протокол № 10-03 от 27.03.2025 г

8. **Учебный год:** 2028/2029 **Семестр(-ы):** 8

9. Целью изучения дисциплины “Электронные спектры индивидуальных соединений” является изучение основных положений современной теории спектров. Основные характеристики уровней энергии, симметрия атомных и молекулярных систем. Колебательные, вращательные и электронные спектры. Правила отбора и вероятности переходов.

Задачи:

В результате изучения данной дисциплины аспирант должен:

1. Владеть общей информацией о систематике спектров индивидуальных веществ.
2. Знать общую систематику атомных и молекулярных систем по симметрии.
3. Иметь общее представление о квантово-механическом описании электронных состояний в атомах и молекулах.
4. Знать правила отбора в спектроскопии.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: ФТД. Факультативы

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК – 2	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии	ПК - 2.1	Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	Знать: - методы обработки и анализа первичного экспериментального материала по синтезу и исследованию дисперсных систем с заданным набором реологических свойств; - методы исследования физико-химических процессов, протекающих на границах раздела фаз. Уметь: - планировать эксперимент на основе анализа литературных данных; - анализировать и обобщать результаты эксперимента, формулировать выводы. Владеть: - навыками использования экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования структурно механических свойств дисперсных систем и материалов.
		ПК - 2.2	Выбирает экспериментальны е и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(*в соответствии с учебным планом)*

2 / 72.

Форма промежуточной аттестации*(зачет/экзамен)* зачет.

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			8
Аудиторные занятия		36	36
в том числе:	лекции	36	36
Самостоятельная работа		36	36
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации *(экзамен – __час.)*			
Итого:		72	72

13.1. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)		
		лекции	Самостоятельная работа	Всего
1	Основные положения спектроскопии и ее разделы. Основные квантовые законы.	2	2	4
2	Основные характеристики уровней энергии. Невырожденные и вырожденные уровни энергии.	2	2	4
3	Квантование моментов количества движения и их проекции. Сложение моментов количества движения. Магнитные моменты.	2	2	4
4	Симметрия атомных систем и их уровней энергии.	2	2	4
5	Основные понятия теории групп и важнейшие группы.	2	2	4
6	Невырожденные и вырожденные типы симметрии	2	2	4
7	Вероятности переходов и правила отбора. Время жизни возбужденных состояний. Дипольное излучение.	2	2	4
8	Естественная ширина уровней энергии и спектральных линий	2	2	4
9	Правила отбора для простейших видов симметрии	2		2
10	Мощности испускания, поглощения и заселенности уровней	2	2	4
11	Законы равновесного излучения.	2		2

	Коэффициенты поглощения. Неравновесные спектры испускания и их интенсивности			
12	Квантовые числа одноэлектронного атома и степень вырождения его уровней. Характеристика стационарных состояний одноэлектронного атома.	2	2	4
13	Правила отбора и вероятности переходов для одноэлектронного атома. Тонкая структура уровней энергии и спектральных линий		2	2
14	Электронные оболочки атомов. Квантовые числа электронов. Типы спектров различных элементов.	2		2
15	Основы общей систематики сложных спектров. Мультиплетное расщепление.		2	2
16	Явления Зеемана и Штарка. Моменты ядер и свехтонкая структура спектров.		2	2
17	Типы молекулярных спектров. Основные положения квантовомеханической теории молекул.	2		2
18	Конфигурация молекулы и свойства симметрии. Форма и размеры молекул. Свойства симметрии равновесной конфигурации и точечные группы симметрии	2	2	4
19	Вращение молекул и вращательные спектры.		2	2
20	Колебательные спектры молекул.		2	2
21	Электронные состояния и химическая связь в молекулах.	2	2	4
22	Электронные состояния и химическая связь в многоатомных молекулах. Электронные спектры многоатомных молекул.	2	2	4
Итого:		36	36	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Максимальный доступ к мировой литературе (свободный доступ к ведущим

зарубежным физическим и физико-химическим источникам информации).
Использование методических разработок кафедры.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей. Для лиц с нарушением слуха информация по учебной дисциплине предоставляется на бумажном или электронном носителе, допускается присутствие ассистентов и сурдопереводчиков на занятиях. Промежуточная аттестация для таких студентов проводится в письменной форме с общими критериями оценивания; при необходимости время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации с использованием программ-синтезаторов речи, а также использование звукозаписывающих устройств на лекциях. На занятиях также может присутствовать ассистент. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование; время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Студенты с нарушениями опорно-двигательного аппарата могут проходить часть занятий дистанционно. Промежуточная аттестация для них проводится на общих основаниях, при необходимости процедура экзамена может быть реализована дистанционно.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	**Ельяшевич М. А.** Атомная и молекулярная спектроскопия. Общие вопросы спектроскопии / М. : 2011. – 240 с
2.	**Ермаков А. И.** Квантовая механика и квантовая химия / А.И. Ермаков .— М. : Юрайт : ИД Юрайт, 2010 .— 555 с.
3.	**Беккер Ю.** Спектроскопия / Ю. Беккер. — М: Техносфера, 2009 .— 527 с

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4.	**Ельяшевич М. А.** Атомная и молекулярная спектроскопия. Атомная спектроскопия / М. А. Ельяшевич. – М. : Издательство: URSS, 2007. – 415 с.
5.	**Ельяшевич М. А.** Атомная и молекулярная спектроскопия. Молекулярная спектроскопия / М. А. Ельяшевич. – М. : Издательство: URSS, 2007. – 527 с.
6.	**Зоммерфельд А.** Строение атома и спектры. Гостехиздат. 1956.
7.	Банкер Ф. Симмерия молекул и молекулярная спектроскопия - М.: Мир, 1981

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы:

1. Васильева В.И. Спектральные методы анализа: учебно-методическое пособие / В.И. Васильева [и др.] .— Воронеж : Науч. кн., 2011 .— 212 с

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы

1. http://www.elibrary.ru – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе.
2. http://www.en.edu.ru/ – Естественнонаучный образовательный портал - является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественнонаучным дисциплинам.

18. **Материально-техническое обеспечение дисциплины:** мультимедийная техника для чтения лекций с использованием электронных презентаций. Высокотемпературный измерительный комплекс RLG 4270/GP, Печь электрическая муфельная ЭП-1200-2, Термометр контактный ТК-5,11, двухканальный без зондов, Мультиметр Keithley 2700 (ауд. 359, 535).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций.

№ пп	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Индикатор достижения компетенции	Задания
1	Основные положения спектроскопии и ее разделы. Основные квантовые законы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Домашние задания Практико-ориентированные задания
2	Основные характеристики уровней энергии. Вырожденные и невырожденные уровни			
3	Квантование моментов количества движения и их проекции.			
4	Основные понятия теории групп и важнейшие группы			
5	Вероятности переходов и правила отбора. Время жизни возбужденных состояний. Дипольное излучение.			
6	Естественная ширина уровней энергии и спектральных линий			
7	Правила отбора для простейших видов симметрии			
	Мощности испускания, поглощения и заселенности уровней			
	Законы равновесного излучения. Коэффициенты поглощения. Неравновесные спектры испускания			
	Квантовые числа одноэлектронного атома и степень вырождения его уровней.			
	Правила отбора и вероятности переходов для одноэлектронного атома. Тонкая структура уровней энергии и спектральных линий.			
	Электронные оболочки атомов			
	Основы общей систематики сложных спектров			
	Явления Зеемана и Штарка. Моменты ядер и сверхтонкая			

	структура спектров			
	Молекулярные спектры. Типы молекулярных спектров.			
Промежуточная аттестация, форма контроля - зачет				Перечень вопросов КИМ

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устный опрос (индивидуальный опрос); выполнение письменных домашних и практико-ориентированных заданий, выполнение тестовых заданий. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний, и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков. При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены в п. 20.2.

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: практико-ориентированные задания, домашние задания, тестовые задания, устный опрос. Вопросы для домашнего задания формулируются на практическом занятии. На следующем практическом занятии студенты представляют решение домашнего задания, занятие начинается с обсуждения вариантов решения. Устные опросы и тестирования проводятся на практическом занятии, о чем преподаватель заранее сообщает обучающимся.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств

1. Основные квантовые законы.
2. Основные характеристики уровней энергии. Невырожденные и вырожденные уровни энергии.
3. Квантование моментов количества движения и их проекции.
4. Сложение моментов количества движения. Магнитные моменты.
5. Симметрия атомных систем и их уровней энергии.
6. Основные понятия теории групп и важнейшие группы.
7. Невырожденные и вырожденные типы симметрии.
8. Вероятности переходов и правила отбора.
9. Дипольное излучение.
10. Естественная ширина уровней энергии и спектральных линий.

11. Правила отбора для простейших видов симметрии.
12. Мощности испускания, поглощения и заселенности уровней.
13. Законы равновесного излучения. Коэффициенты поглощения.
14. Неравновесные спектры испускания и их интенсивности.
15. Квантовые числа одноэлектронного атома и степень вырождения его уровней.
16. Правила отбора и вероятности переходов для одноэлектронного атома.
18. Тонкая структура уровней энергии и спектральных линий.Электронные оболочки атомов. Квантовые числа электронов. Типы спектров различных элементов.
19. Основы общей систематики сложных спектров. Мультиплетное расщепление.
20. Явления Зеемана и Штарка.
21. Моменты ядер и сверхтонкая структура спектров.
22. Типы молекулярных спектров. Основные положения квантово-механической теории молекул.
23. Конфигурация молекулы и свойства симметрии. Форма и размеры молекул.
24. Вращение молекул и вращательные спектры.
25. Колебательные спектры молекул.
26. Электронные состояния и химическая связь в молекулах.
27. Электронные состояния и химическая связь в многоатомных молекулах.

Электронные спектры многоатомных молекул.

Описание технологии проведения

Промежуточная аттестация определяет:

- полноту и прочность теоретических знаний;
- сформированность умений применять теоретические знания при решении практических и профессиональных задач;
- сформированность общих и профессиональных компетенций.

Подготовка к промежуточной аттестации является формой самостоятельной работы студентов. При этом обучающийся может использовать рекомендованный рабочей программой перечень основной и дополнительной литературы, материалы лекций, информационные и электронно-образовательные ресурсы, а также любую научную и образовательную литературу по теме программы. Для подготовки к промежуточной аттестации студент также может использовать перечень вопросов, перечисленных в рабочей программе.

Промежуточная аттестация проводится в устной форме. Преподаватель, проводящий промежуточную аттестацию, имеет право задавать студентам дополнительные вопросы по всему разделу программы учебной дисциплины. Время проведения аттестации устанавливается нормами времени. Результат сдачи промежуточной аттестации заносится преподавателем в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Оценка результатов обучения на промежуточной аттестации происходит по следующим показателям:

1) знание учебного материала и владение общим понятийным аппаратом;
2) знание основ квантовой механики, общие представления о строении атома, молекул;
3) умение иллюстрировать ответ примерами, уравнениями реакций, формулами;

По результатам всех выполненных заданий текущего контроля, активного участия в семинарских занятиях, студентам может быть выставлен зачет автоматом.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Владение основным материалом курса, полные и правильные ответы на зачете	Пороговый уровень	Зачтено
Отсутствие знаний по вопросу билета на зачете или неверные, значительно искаженные ответы.	–	Не зачтено

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене.