



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра общей и экспериментальной физики



УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
Н.М. Буднев
«02» апреля 2025г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля): Б1.В.10 Атомная и молекулярная спектроскопия

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки: Экспериментальная физика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК:
физического факультета
Протокол № 49 от « 26 » марта 2025 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор

Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:
общей и экспериментальной физики
Протокол № 5
от « 21 » февраля 2025 г.

Зав.кафедрой д.ф.-м.н., профессор

Гаврилюк А.А.

Иркутск 2025 г.

Содержание

I. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
Программа разработана в соответствии с основной образовательной программой ФГОС по направлению 03.03.02 Физика и предназначена для обеспечения курса « <u>Атомная и молекулярная спектроскопия</u> », изучаемого студентами в течение седьмого семестра.	
II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	4
IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)	4
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов.....	6
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	7
4.3. Содержание учебного материала	1
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	2
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)	3
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	4
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии).....	4
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	5
а) <i>перечень литературы</i>	5
б) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i>	5
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	7
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	7
6.2. Программное обеспечение:	7
6.3. Технические и электронные средства:	7
VII. Образовательные технологии.....	7
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	8
ПРИЛОЖЕНИЕ: ФОС.....	11

I. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Программа разработана в соответствии с основной образовательной программой ФГОС по направлению 03.03.02 Физика и предназначена для обеспечения курса «Атомная и молекулярная спектроскопия», изучаемого студентами в течение седьмого семестра.

Цель курса - изучение основных понятий и физического содержания спектроскопических явлений атомов и молекул и применения этих знаний для анализа комплексных процессов трансформации световой энергии в веществе. Формирование у студентов определенного минимума начальных сведений по атомной и молекулярной спектроскопии, необходимого при подготовке физиков-исследователей, экспериментаторов, инженеров-физиков, инженеров промышленных предприятий для работы в области анализа и применения спектральных методов исследования.

Для достижения данной цели были поставлены **задачи**:

- Расширить объем знаний учащихся, касающихся принципов и методов спектроскопии и их приложений, полученных ранее из курса общей физики, дать представление о современном состоянии спектроскопии атомов и молекул, ее связи с другими научными дисциплинами и тенденциях развития.
- Рассмотреть основные экспериментальные закономерности и теоретические представления спектроскопии, особенности применения знаний из области оптики, атомной физики, квантовой механики, физики твердого тела для анализа и описания наблюдаемых явлений.
- Рассмотреть современные методы теоретической и прикладной спектроскопии, а также пути их развития и совершенствования.

II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данный спецкурс напрямую связан с курсом оптики, квантовой механики и атомной физики. Дисциплина «атомная и молекулярная спектроскопия» входит в модуль **Б1.В.10**, относящийся к вариативной части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению: **03.03.02 Физика**. Данный спецкурс напрямую связан со спецкурсом по лазерной спектроскопии конденсированного состояния, с одной стороны являясь вводным курсом к этой дисциплине, а с другой стороны имеет самостоятельное значение для углубленного обобщенного изучения принципов и методов спектроскопии излучения атомов и молекул.

Для успешного усвоения курса атомной и молекулярной спектроскопии требуется знание курса оптики, квантовой механики и владение операциями математического анализа.

III. Требования к результатам освоения дисциплины

Курс « Атомная и молекулярная спектроскопия», согласно положениям федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования при подготовке бакалавра по направлению 03.03.02 Физика, позволяет студенту приобрести следующие **компетенции**:

В результате изучения дисциплины студенты будут:

- **Знать:** основные разделы и методы спектроскопии атомов и молекул, иметь представление о современном состоянии дисциплины и о тенденциях развития.
- **Уметь:** применить спектроскопический метод и специализированное оборудование в соответствии с предложенной практической задачей.
- **Владеть:** первичными навыками работы со спектральным оборудованием.

В результате усвоения дисциплины учащиеся должны обладать следующими **профессиональными компетенциями**:

- способностью использовать специализированные знания в области физики конденсированного состояния для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
(ПК-1)	ПК-1 Способность использовать специализированные знания в области физики конденсированного состояния для освоения профильных физических дисциплин ПК-1.1 Способен применить спектроскопический метод и специализированное оборудование в соответствии с предложенной практической задачей. ПК-1.2 Способен осуществлять проведение экспериментов с использованием научного спектрального оборудования	Знает: основные разделы и методы спектроскопии атомов и молекул, имеет представление о современном состоянии дисциплины и о тенденциях развития. Умеет: применить спектроскопический метод и специализированное оборудование в соответствии с предложенной практической задачей. Владеет: первичными навыками работы со спектральным оборудованием.

IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа, в том числе 66 часов контактной работы.

Занятия проводятся только в очной форме обучения с применением дистанционного контроля самостоятельной работы студентов через ЭИОС факультета. Электронной и дистанционной форм обучения не предусматривается.

На практическую подготовку отводится 40 аудиторных часов (во время выполнения практических заданий).

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельна я работа	
					Лекции	Семинарские/ практические/ лабораторные занятия	Консуль тации		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Раздел 1. СПЕКТРЫ И СТРУКТУРА АТОМОВ	7	22	6	4	8	1	5	Тестирование
2	Раздел 2. СТРУКТУРА И СПЕКТРЫ МОЛЕКУЛ	7	23	7	4	8	1	6	Решение задач
3	Раздел 3. МЕТОДЫ СПЕКТРОСКОПИИ	7	23	7	3	6	1	8	Опрос
4	Раздел 4. СПЕКТРАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ	7	22	6	3	6	1	7	Решение задач
5	Раздел 5. СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ОПТИЧЕСКИХ СРЕД	7	22.4	7	3	6	1	6	Опрос
6	Раздел 6. ПРИКЛАДНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ	7	22	7	3	6	1	6	Реферат
Зачёт			3.6						Тестирование
КСР			6						
Итого часов			144	40	20	40	6	38	

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы студентов по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
7	Разделы 1,2,	Решение контрольных заданий	В течение семестра	10	Задачи и упражнения	[1-4], [10, 5,7]
7	Разделы 3, 4	Подготовка к опросу	После завершения лекций по данным разделам	10	Опрос	[1-4], [8, 11]
7	Разделы 5,6	Подготовка рефератов	В конце семестра	10	Реферат	[1-4] ,[11, 12, 13]
7	Подготовка к зачёту	Работа с лекционным материалом и учебной литературой	К концу семестра	8	Тест	[1-4], [5-13]
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				38		

4.3. Содержание учебного материала

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. СПЕКТРЫ И СТРУКТУРА АТОМОВ

Тема 1. Спектры и структура атомов. Атом водорода. Тонкая структура атома водорода. Уравнение Шредингера, волновые функции, уровни энергии. Оптические переходы, спектральные серии. Тонкая структура уровней энергии. Спин-орбитальное взаимодействие.

Тема 2. Спектры щелочных металлов. Система уровней и спектры щелочных металлов. Сравнение с атомом водорода. Тонкая структура линий.

Тема 3. Многоэлектронные атомы. Общий подход к описанию многоэлектронного атома. Основные приближения, модели. Характер зависимости энергии электрона от квантовых чисел n и l . Принцип Паули. Электронные слои и оболочки и их заполнение. Периодическая система элементов.

Тема 4. Эффект Зеемана. Явление Зеемана в сильном поле для случая нормальной связи. Картина расщепления уровней, влияние спин-орбитального взаимодействия.

Тема 5. Эффект Штарка. Спиновые состояния в многоэлектронных атомах. Определители Слэтера. Принцип Паули. Классификация состояний в многоэлектронных атомах. Суммирование моментов и спин-орбитальная связь. Связь Рассел-Саундерса и jj связь. Атомные термы. Построение спектра поглощения атома. Эффект Штарка.

Раздел 2. СТРУКТУРА И СПЕКТРЫ МОЛЕКУЛ

Тема 6. Структура и спектры молекул. Общая характеристика молекулярных спектров. Виды движения в молекулах. Приближенное представление полной энергии молекулы и его обоснование по Борну-Оппенгеймеру. Адиабатическое приближение. Потенциальная кривая двухатомной молекулы. Понятие об адиабатических потенциальных поверхностях. Вращательные спектры. Колебательно-вращательные спектры. Электронные спектры. Инфракрасные спектры и спектры комбинационного рассеяния

Тема 7. Метод молекулярных орбиталей. Принцип метода молекулярных орбиталей как линейной комбинации атомных орбиталей (МО ЛКАО). Симметрия двухатомных молекул. Молекулярные термы. Виды химической связи (сигма-связь, пи-связь).

Раздел 3. МЕТОДЫ СПЕКТРОСКОПИИ

Тема 9. Методы спектроскопии. Характеристика современных методов спектроскопии.

Тема 10. Флуоресцентная спектроскопия. Флуоресцентная спектроскопия как метод анализа химического состава образца. Источники возбуждающего излучения.

Тема 11. Абсорбционная спектроскопия.

Спектр поглощения вещества. Экспериментальные особенности использования перестраиваемых лазеров в качестве источников излучения. Вращательная структура. Перестройка частоты

Тема 12. Лазерная спектроскопия. Спектрально-люминесцентные свойства лазерных сред. Схема уровней. Оптическая накачка. Перестройка частоты. лазерная спектроскопия. Измерение размера и концентрации частиц, их формы, получение данных о температуре и давлении. Лидары.

Раздел 4. СПЕКТРАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Тема 13. Спектральные приборы. Устройство. Особенности конструкции. Источники излучения. Методы спектрального разложения излучения. Детекторы излучения. Сбор данных и обработка информации.

Элементы техники оптической спектроскопии Оптические стекла. Физико-химические свойства оптических материалов. Увioletовое стекло. Ситаллы. Оптические керамики. Кварцевое стекло. Полупроводниковые кристаллы. Особенности работы с изделиями из оптических материалов.

Раздел 5. СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ОПТИЧЕСКИХ СРЕД

Тема 14. Люминесценция. Дефекты в твердых телах. Центры окраски. Методы окрашивания кристаллов. Центры окраски в ЦГК. Спектры поглощения и люминесценции. Механизм возникновения люминесценции. Рекомбинационные процессы. Классификация люминесценции.

Тема 15. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Двухфотонная спектроскопия. Неупругое рассеяние. «Стоксова» и «антистоксова» частота.

Тема 16. Фурье спектроскопия. Преимущество метода перед традиционным разложением. Принцип построения Фурье спектрометра. Особенности обработки данных. Применение Фурье спектрометров

Раздел 6. ПРИКЛАДНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ

Тема 17. Прикладная спектроскопия. Тенденции развития. Элементы техники оптической спектроскопии. Оптические стекла. Физико-химические свойства оптических материалов. Увioletовое стекло. Ситаллы. Оптические керамики. Кварцевое стекло. Полупроводниковые кристаллы. Особенности работы с изделиями из оптических материалов.

Обобщающие замечания. Измерение длин волн. Измерение интенсивностей линий. Методы повышения спектрального разрешения. Создание нового оборудования.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1	Методы абсорбционной спектроскопии в УФ и видимой областях. Спектрофотометрия	6	4	опрос, контрольное задание	(ПК-1)
2	Тема 2	Исследование оптических свойств кристаллических сред методом флуоресцентной спектроскопии.	6	4	опрос, контрольное задание	(ПК-1)
3	Тема 3	Использование абсорбционной инфракрасной	7	4	Реферат	(ПК-1)

		спектроскопии для анализа колебаний многоатомных молекул.				
4	Тема 4	Спектроскопия Фурье. Анализ спектров многоатомных молекул	7	4	Реферат	(ПК-1)
5	Тема 5	Спектроскопия комбинационного рассеяния	7	4	Реферат	(ПК-1)
6	Тема 6	Оптические спектры поглощения твердых тел. Формула Смакулы – Декстера. Расчет концентрации поглощающих центров..	7	4	опрос, контрольное задание	) (ПК-1)

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	СПЕКТРЫ И СТРУКТУРА АТОМОВ	Решение задач по данной теме	Решение задач	[1-4], [10]	6
2.	СТРУКТУРА И СПЕКТРЫ МОЛЕКУЛ	Решение задач по данной теме	. Решение задач	[1-4], [5-7]	6
3.	МЕТОДЫ СПЕКТРОСКОПИИ	Решение задач по данной теме	. Решение задач	[1-4], [8]	6
4.	СПЕКТРАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ	Решение задач по данной теме	Решение задач	[1-4], [11]	6
5.	СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ОПТИЧЕСКИХ СРЕД	Подготовка доклада	Поиск и изучение литературы по теме	[1-4], [11, 13]	6
6.	ПРИКЛАДНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ	Подготовка реферата	Поиск и изучение литературы по теме	[1-4], [12]	6
7.	Текущие консультации				1
8.	Подготовка к зачету				1

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Теоретические знания, полученные студентами на практических занятиях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении практических заданий.

При выполнении практических заданий обращается особое внимание на выработку у студентов умения грамотно выполнять и оформлять документацию, умения пользоваться научно-технической справочной литературой. Каждый студент должен подготовиться к защите своего отчета, разобравшись с теорией исследуемого явления.

Текущая работа над учебными материалами включает в себя систематизацию теоретического материала каждой практической работы, заполнения пропущенных мест, уточнения схем и выделения главных мыслей основного содержания работы. Для этого используются имеющиеся учебно-методические материалы и другая рекомендованная литература.

Границы между разными видами самостоятельных работ достаточно размыты, а сами виды работы пересекаются. Таким образом, самостоятельная работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее.

Закрепление всего изученного материала осуществляется на контрольной работе. Также может быть проведен опрос по всем темам курса. Преподаватель помогает разобраться с проблемными вопросами и задачами (по мере их поступления) в ходе текущих консультаций.

4.5. Примерная тематика реферативных работ.

1. Атомы и молекулы, как квантово-механические системы.
2. Атом водорода. Уравнение Шредингера для атома водорода. Магнитное квантовое число. Орбитальное квантовое число.
3. Представление атомных орбиталей. s- и p- орбитали в атоме водорода. Понятие гибридных орбиталей.
4. Спин и спин-орбитальное взаимодействие. Эффекты Зеемана, Пашена-Бака.
5. Многоэлектронные атомы. Метод Хартри-Фока. Качественные результаты использования метода Хартри-Фока.

6. Связь Рассел-Саундерса и jj связь. Атомные термы. Построение спектра поглощения атома. Эффект Штарка.
7. Спектры молекул. Разделение движений в сложной молекуле: вращательное, колебательное, электронное. Принцип Борна-Оппенгеймера.
8. Метод молекулярных орбиталей (МО ЛКАО). Виды химической связи (сигма-связь, пи-связь).
9. Колебательные спектры молекул. Валентные и деформационные колебания.
10. Различия между спектрами ИК поглощения и спектрами комбинационного рассеяния.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) перечень литературы

Основная литература

1. Раджабов Е.А. Спектроскопия атомов и молекул в конденсированных средах [Текст] : учеб. пособие / Е. А. Раджабов ; рец.: В. В. Акимов, А. А. Гаврилюк ; Иркутский гос. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т геохимии им. А. П. Виноградова. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - 107 с. ; 20 см. -- ISBN 978-5-9624-0882-8 : 188.00 р.
2. Павлинский Г.В. Рентгеновская флуоресценция [Текст] : научное издание / Г. В. Павлинский ; рец.: Н. М. Буднев, А. Л. Финкельштейн ; Иркутский гос. ун-т, Физ. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - 85 с. ; 20 см. - Библиогр.: с. 80-85. - ISBN 978-5-9624-0895-8 : 184.00 р., 184.00 р.
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики : учеб. пособие для студ. физ. спец. вузов: в 5 т. / Д. В. Сивухин. - 3-е изд., стер. - М. : Физматлит. - 22 см. Т.4 : Оптика. - 2013. - 791 с. - Предм. указ.: с. 784-791. - ISBN 5-9221-0763-1 : 300.00 р.
4. Душутин Н.К. Теория излучения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. К. Душутин, Ю. В. Ясюкевич ; Иркутский гос. ун-т, Науч. б-ка. - ЭВК. - Иркутск : ИГУ, 2008. - Режим доступа: Электронный читальный зал "Библиотех". - Неогранич. доступ. - (в кор.) : 50.00 р.

Дополнительная

5. В.А. Кизель. Практическая молекулярная спектроскопия. 1998
6. М.В.Волькенштейн, Л.А.Грибов, М.А.Ельяшевич, Б.И.Степанов. Колебания молекул. 1972.
7. К.Бенуэлл. Основы молекулярной спектроскопии. 1985.
8. В.Демтредер. Лазерная спектроскопия. 1985.
9. Г. Вальтер. Лазерная спектроскопия атомов и молекул. 1979.
10. У.Фано, Л.Фано. Физика атомов и молекул. 1980.
11. А. Смит. Прикладная ИК спектроскопия. 1982.
12. А.Барнес, У.Орвилл-Томас. Колебательная спектроскопия. Современные воззрения. Тенденции развития. 1981.
13. А.Андерсон. Применение спектров комбинационного рассеяния. 1977.

б) периодические издания

- нет.

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Образовательный портал «Инновации и высокие технологии фотоники» <http://lls.nsu.ru>

Российский образовательный портал по физике <http://window.edu.ru>

Портал Optics ORG <http://optics.org/>

Сайт «спектроскопия» <http://analyticalscience.wiley.com>

Сайт «Оптика атмосферы» <http://www.atoptics.co.uk>

Сайт «Конвертор физических величин» <http://www.convert-me.com>

- ЭЧЗ «БИБЛИОТЕХ» [HTTPS://ISU.BIBLIOTECH.RU/](https://isu.bibliotech.ru/)
- ЭБС «ЛАНЬ» [HTTP://E.LANBOOK.COM/](http://e.lanbook.com/)
- ЭБС «РУКОНТ» [HTTP://RUCONT.RU](http://rucont.ru)

VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в учебной аудитории по расписанию. Лабораторное оборудование не предусмотрено.

На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет. Имеются стандартные средства для просмотра презентаций и других материалов по курсу.

6.2. Программное обеспечение:

Стандартные сервисы сети Интернет, стандартные средствами просмотра презентаций и других материалов по курсу атомной и молекулярной спектроскопии.

6.3. Технические и электронные средства:

Для проведения практических и лекционных занятий в качестве демонстрационного оборудования используются проектор, экран и меловая доска. Используются современные образовательные технологии: информационные (лекции и презентации в Power Point), проектные (мультимедиа, видео, документальные фильмы). Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов, в ходе которой они могут вычитывать научные статьи по темам курса. На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: проектор (CASIO XJ-A241), переносной экран (Classic Solution, T195x195/1MW-LU/B), ноутбук Lenovo B590.

Материалы: научные статьи и монографии из рецензируемых журналов, рассматривающие современные подходы и исследования в области атомной и молекулярной спектроскопии.

VII. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации компетентностного подхода, в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий. Интерактивные формы работы на учебных занятиях предусматривают активную позицию студентов при изучении материала, например, самостоятельно подготовить дополнение к теме и вынести его на обсуждение, провести дискуссию, включить элементы собственных научных исследований и сделать краткую презентацию своих выступлений на научных конференциях. Все это формирует способности применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в области атомной и молекулярной спектроскопии.

На практических занятиях студенты используют экспериментальные задачи. По материалам полученных экспериментальных данных они приобретают исследовательские навыки, необходимые для работы по междисциплинарным направлениям, после получения

базового образования и формируют компетенцию готовности выявить естественнонаучную сущность проблем, компетенцию готовности использовать методы теоретической и экспериментальной физики в профессиональной деятельности.

VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

8.1.1. Оценочные средства для входного контроля:

Проводится опрос на первом занятии.

8.1.2. Оценочные средства текущего контроля

Проводится промежуточная аттестация по итогам самостоятельной работы, предусмотренной программой курса.

Примерные тестовые задания по атомной и молекулярной спектроскопии приведены в **фондах оценочных средств (в приложении).**

Примерные варианты задач для практических занятий:

- 1) Задача 1. Электромагнитная волна с частотой 5 МГц переходит из немагнитной среды с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$ в вакуум. Определить изменение ее длины волны.
- 2) Задача 2. Определить длину волны света, квант которого имеет такую же энергию, какую приобретет электрон, пролетевший из состояния покоя разность потенциалов $U = 4,1$ В.
- 3) Задача 3. Определить дебройлевскую длину волны электрона, ускоренного разностью потенциалов 100 В
- 4) Задача 16. Собственная частота колебаний молекулы водорода $\omega = 1.32 \cdot 10^{14}$ с⁻¹. Оценить температуру, при которой средняя кинетическая энергия хаотического поступательного движения молекулы H₂ равна кванту энергии колебаний молекулы. Масса молекулы водорода $= 3,3 \cdot 10^{-27}$ кг. Масса атома $= 1,65 \cdot 10^{-27}$ кг
- 5) Задача 5. Давление монохроматического света с длиной волны $\lambda = 500$ нм на поверхность с коэффициентом отражения $R = 0.3$, расположенную перпендикулярно падающему свету, равно 0.2 мкПа. Определить число фотонов, падающих каждую секунду на единицу площади этой поверхности.
- 6) Задача 6. Определить энергию кванта ИК излучения, вызывающего переход молекулы водорода H₂ с первого вращательного уровня на второй. Расстояние между ядрами атома водорода в молекуле H₂ $= 0,74$ Ангстрема ($0,74 \cdot 10^{-10}$ м) Масса молекулы водорода $= 3,3 \cdot 10^{-27}$ кг. Масса атома $= 1,65 \cdot 10^{-27}$ кг
- 7) Задача 7. Могут ли кванты монохроматического электромагнитного излучения с длиной волны $\lambda = 1,7$ мм возбудить вращательные уровни молекулы кислорода O₂ ? Расстояние между ядрами атомов в молекуле кислорода $= 1,21$ Ангстрема ($1,21 \cdot 10^{-10}$ м). Масса молекулы кислорода $= 5,33 \cdot 10^{-26}$ кг. Масса атома $= 2,67 \cdot 10^{-26}$ кг.

8.1.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Проверка решения домашней задачи	СПЕКТРЫ И СТРУКТУРА АТОМОВ	ПК-1
2.	Проверка решения домашней задачи	СТРУКТУРА И СПЕКТРЫ МОЛЕКУЛ	ПК-1
3.	Проверка решения домашней задачи	МЕТОДЫ СПЕКТРОСКОПИИ	ПК-1
4.	Проверка решения домашней задачи	СПЕКТРАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ	ПК-1
5.	Проверка решения домашней задачи	СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ОПТИЧЕСКИХ СРЕД	ПК-1
6	Проверка решения домашней задачи	ПРИКЛАДНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ	ПК-1
7	Зачет , контрольная задача, реферат	Все темы	ПК-1

Примерный список вопросов и упражнений к зачёту

1. Атом водорода. Уравнение Шредингера, волновые функции, уровни энергии. Оптические переходы, спектральные серии. Тонкая структура уровней энергии. Спин-орбитальное взаимодействие.
2. Система уровней и спектры щелочных металлов. Сравнение с атомом водорода. Тонкая структура линий.
3. Общий подход к описанию многоэлектронного атома. Характер зависимости энергии электрона от квантовых чисел n и l . Принцип Паули. Электронные слои и оболочки и их заполнение..
4. Общая характеристика молекулярных спектров. Виды движения в молекулах. Потенциальная кривая двухатомной молекулы.. Вращательные спектры. Колебательно-вращательные спектры. Электронные спектры. Инфракрасные спектры и спектры комбинационного рассеяния
5. Спектральные приборы. Устройство. Особенности конструкции. Источники излучения. Методы спектрального разложения излучения. Детекторы излучения. Сбор данных и обработка информации.
6. Характеристика современных методов спектроскопии.
7. Флуоресцентная спектроскопия как метод анализа химического состава образца. Источники возбуждающего излучения.
8. Спектр поглощения вещества Экспериментальные особенности использования перестраиваемых лазеров в качестве источников излучения.
9. Спектры молекул. Источники возбуждения. Регистрация ИК спектров. Спектральные приборы

10. Дефекты в твердых телах. Центры окраски. Методы окрашивания кристаллов.. Спектры поглощения и люминесценции. Механизм возникновения люминесценции. Рекомбинационные процессы. Классификация люминесценции.
11. Экситон Френеля, Ванье Сила осциллятора. Дипольный момент. Оценка концентрации поглощающих центров по формуле Смакулы-Декстера.
12. Рэлеевское и Рамановское рассеяние. Неупругое рассеяние. «Стоксова» и «антистоксова» частота. Возможности КР – спектроскопии.
13. Обобщающие замечания. Измерение длин волн. Измерение интенсивностей линий. Методы повышения спектрального разрешения. Создание нового оборудования.
14. Фотоэлектрические, фотоэлектронные и тепловые приемники оптического излучения. Фоторезистор. Фотодиод. Фотоумножитель. Фотоэлемент. ПЗС матрица. Электронно-оптический преобразователь. ПНВ. Болومتر. Пироэлектрический приемник.
15. Оптические стекла. Физико-химические свойства оптических материалов. Увиолевое стекло. Ситаллы. Оптические керамики. Кварцевое стекло. Полупроводниковые кристаллы. Особенности работы с изделиями из оптических материалов.
16. Спектр поглощения воздуха. Проникновение в атмосферу вертикально направленного солнечного излучения. Окна прозрачности атмосферы.

Разработчики:



доцент, к.ф.-м.н.

Н.Т.Максимова

(занимаемая должность)

(инициалы, фамилия)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики ИГУ
« 21 » февраля 2025 г.

Протокол № 5, зав. кафедрой _____  _____ А.А.Гаврилюк

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.