

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ФИЗИКА

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

Декан физико-математического факультета

_____/ Нальгиева М. А.
от « 12 » 03 2025 г.

_____/ Кульбужев Б. С.
от « 14 » 03 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.О.17 Квантовая теория

(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки (бакалавриат)

03.03.02 Физика

(код, наименование)

Направленность

Физика

(наименование профиля, магистерской программы, специализации)

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения очная

(очная, заочная, очно-заочная)

Магас, 2025г.

1. Цели освоения дисциплины

- Формирование у студентов представления о квантово-механических закономерностях, лежащих в основе современной физики и ее фундаментальных приложений.
- Формулировка основных принципов квантовой теории.
- Формирование у студента качественных представлений о физической природе явлений, подчиняющихся квантовым закономерностям.
- Развитие умения формулировать и решать задачи квантовой теории, оценивать порядок физической величины.
- Формулировка представлений о границах применимости физических моделей.
- Формирование у студента способности к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии.

Студент должен познакомиться с некоторыми методами, применяемыми к описанию наблюдаемых физических явлений и приобрести навыки самостоятельных научных исследований, включая формирование навыков изучения научной физической литературы.

№ п/п	Код профессионального стандарта	Наименование области профессиональной деятельности. Наименование профессионального стандарта
01 Образование и наука		
1.	01.001	Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 544н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 6 декабря 2013 г., регистрационный №30550), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 августа 2016г. №422н (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 23 августа 2016г., регистрационный № 43326)
2.	01.003	Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 мая 2018г. № 298н (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 28 августа 2018г., регистрационный № 52016

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций:

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	А/01.6	6
				Воспитательная деятельность	А/02.6	6
				Развивающая деятельность	А/03.6	6

	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	В/03.6	6
--	---	--	---	--	--------	---

Перечень задач профессиональной деятельности выпускников:

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
01 Образование	Педагогический	Разработка и реализация образовательных программ СПО и программ ДО	Образовательные программы и образовательный процесс в системе СПО и ДО
06 Связь, информационные и коммуникационные технологии	Научно-исследовательский	Исследование, разработка, внедрение и сопровождение информационных технологий и систем	Информационные процессы, технологии, системы и сети, их инструментальное (программное, техническое, организационное) обеспечение, способы и методы проектирования, отладки, производства и эксплуатации информационных технологий и систем в различных областях и сферах цифровой экономики

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Квантовая теория» является обязательной дисциплиной базовой части Б1.О.17.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре

Для освоения дисциплины **необходимы** знания:

☐ математики и физики в объеме, предусмотренном базовым уровнем федерального компонента ГОС среднего (полного) общего образования по математике (утвержден приказом №1089 Министерства образования РФ от 5 марта 2004 года);

☐ следующих разделов дисциплины «Математика», изучаемой параллельно с квантовой механикой в высшем учебном заведении: аналитическая геометрия, векторная и линейная алгебра, дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения.

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Квантовая теория» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Квантовая теория»	Семестр
Б1.О.04.01	Мат.анализ	1,2,3
Б1.О.07.01	Механика	1
Б1.О.07.02	Молекулярная физика	2
Б1.О.04.05	Интегральные уравнения и вариационное исчисления	5
Б1.О.07.03	Электричество и магнетизм	3
Б1.О.07.04	Оптика	4
Б1.О.07.05	Атомная физика	5
Б1.О.07.06	Физика атомного ядра и элементарных частиц	6
Б1.О.04.04	Диф. уравнения	4

Таблица 2.2.

Связь дисциплины «Квантовая теория» с последующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Квантовая теория»	Семестр
Б1.В.12	Физ. кинетика	8

Таблица 2.3.

Связь дисциплины «Квантовая теория» со смежными дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Смежные дисциплины	Семестр
Б1.В.09	Термодинамика	6,7
Б1.В.10	Стат. физика	7

3. Результаты освоения дисциплины «Квантовая теория»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
ОПК-2	ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.	ОПК-2-1. Знает основные научные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений. ОПК-2-2. Умеет использовать физико-математический аппарат для разработки математических явлений, процессов и объектов при решении задач профессиональной деятельности. ОПК-2-3. Имеет навыки проведения экспериментов по	Знать: Анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие Уметь: Осуществлять поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов Владеть: При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и

		заданной методике и анализа их результатов.	суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения
ПК -6	Способность применять на практике профессиональные знания, теории и методы физических исследований	<p>ПК-6.1. Владеет физическими и математическими методами обработки и анализа информации в области основных разделов физики</p> <p>ПК-6.2 Знает теоретические основные понятия, законы и модели основных разделов физики</p> <p>ПК-6.3. Умеет понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию. Пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики</p>	<p>Владеть: методами нахождения, отбора и объединения различных методов проведения физических исследований.</p> <p>Уметь: осмысленно выбирать научный метод проведения физических исследований.</p> <p>Знать: способы определения видов и типов профессиональных задач, а также методы их решения при проведении физических исследований</p>

4. Структура и содержание дисциплины «Квантовая теория»

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)					Форма промежуточной аттестации (по семестрам)				
			Контактная работа					Самостоя тельная работа									
			Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Др. виды контакт. работы	Всего	Курсовая работа(проект)	Подготовка к экзамену	Другие виды	Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрольн.	Проверка реферата	Проверка эссе и иных
1.	Дуализм явлений микромира, дискретные свойства волн, волновые свойства частиц. Понятие о теории Бора.	7	2	2	2		1	3		1	2	+					
2.	Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля.	7	2	2	4		1	3		1	2	+					

3.	Вероятность местоположения частицы. Волновая функция. Принцип суперпозиции состояний.	7	2	2	4		1	3	1	2		+				
4.	Соотношение неопределенностей	7	2	2	4		1	3	1	2		+				
5.	Линейные самосопряженные операторы.	7	2	2	4		1	3	1	2		+				
6.	Собственные значения и собственные функции операторов. Квантование.	7	2	2	2		1	4	2	2			+			
7	Волновое уравнение Шредингера.	7	5	2	4		2	4	2	2			+			
8	Туннельный эффект.	7	4	2	2		1	4	2	2				+		
9	Частица в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками.	7	6	2	4		1	4	2	2					+	
10	Линейный гармонический осциллятор.	7	4	2	2		1	4	2	2				+		
11	Интегралы движения.	7	4	2	2		2	4	2	2				+		
12	Движение в поле центральных сил.	7	4	2	2		1	4	2	2				+		
13	Движение в кулоновском поле ядра. Квантование	7	3	2	2		1	4	2	2			+			
14	Спин.	7	6	2	2		1	4	2	2				+		
15	Принцип тождественности частиц.	7	3	2	2		1	4	2	2				+		
16	Атом.	7	6	2	2		1	4	2	2		+				
17	Периодическая система элементов Менделеева	7	4	2	2		1	4	2	2					+	
18	Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени.	7	2	2	2		1	3	2	1					+	
	Общая трудоемкость, в часах	1 80	68	36	48		27	69		35	34	Промежуточная				
												Форма				
												Зачет				
												Зачет с оценкой				
												Экзамен				+

4.2. Содержание дисциплины

Тема 1. Дуализм явлений микромира, дискретные свойства волн, волновые свойства частиц.

Ограниченность классической теории и необходимость перехода к квантовым понятиям. Опыты Резерфорда

Тема 2. Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Волны де Бройля. Дискретные свойства волн и волновые свойства частиц. Корпускулярно-волновой дуализм. Понятие о теории Бора. Фазовая и групповая скорости.

Тема 3. Вероятность местоположения частицы. Волновая функция. Принцип суперпозиции состояний.

Волновая функция. Вероятность местоположения. Условие нормировки. Принцип суперпозиции состояний. Наблюдаемые и состояния в квантовой механике.

Тема 4. Соотношение неопределенностей.

Тема 5. Линейные самосопряженные операторы.

Действия с операторами. Коммутирующие и некоммутирующие операторы. Операторы важнейших физических величин. Операторы координаты, импульса, момента импульса. Оператор Гамильтона.

Тема 6. Собственные значения и собственные функции операторов. Квантование.

Среднее значение величины. Спектр величины. Основные свойства собственных функций.

Тема 7. Волновое уравнение Шредингера.

Уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Решение уравнения Шредингера.

Тема 8. Туннельный эффект.

Применение уравнения Шредингера к решению многих физических задач. Коэффициент прозрачности. Прямоугольный барьер.

Тема 9. Частица в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками.

Уравнение Шредингера для одномерного случая. Уровни энергии. Главное квантовое число. Основное состояние микрочастицы.

Тема 10. Линейный гармонический осциллятор

Осциллятор по класс. и по квантовой теории. Волновые функции осциллятора. Диаграмма квантовых уровней и потенциальной энергии для осциллятора. Нулевая энергия гармонического осциллятора.

Тема 11. Интегралы движения.

Квантовая скобка Пуассона. Вид интегралов движения. Закон сохранения энергии в квантовой механике.

Тема 12. Движение в поле центральных сил.

Момент импульса. Собственные значения момента. Собственные функции момента. Сложение моментов.

Тема 13. Движение в кулоновском поле ядра. Квантование

Движение в центрально-симметричном поле. Сферические волны. Движение в кулоновском поле.

Тема 14. Спин.

Спин. Оператор спина. Волновые функции частиц с произвольным спином. Обращение времени и теорема Крамерса.

Тема 15. Принцип тождественности одинаковых частиц.

Системы из одинаковых частиц. Симметричные и антисимметричные волновые функции, связь со спином частиц. Принцип Паули. Приближенные методы исследования систем, состоящих из многих тождественных частиц.

Тема 16. Атом.

Атомные уровни энергии. Состояние электронов в атоме. Водородоподобные уровни энергии. Тонкая структура атомных уровней.

Тема 17. Периодическая система элементов Менделеева.

Общие сведения. Открытие периодического закона Менделеева. Заполнение слоев. Периодичность свойств элементов.

Тема 18. Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени.

Закон сохранения энергии, импульса, момента импульса. Закон обратимости процессов в квантовой механике.

5. Образовательные технологии

№ п.п.	Тема программы дисциплины	Применяемые технологии
1	Дуализм явлений микромира, дискретные свойства волн, волновые свойства частиц. Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля	классическое традиционное; лекционное обучение
2	Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Соотношение неопределенностей	классическое традиционное; лекционное обучение, наглядные, программированные
3	Линейные самосопряженные операторы. Собственные значения и собственные функции операторов. Квантование	классическое традиционное; лекционное обучение, вербальные (аудио)
4	Волновое уравнение Шредингера. Применение уравнения Шредингера к решению многих физических задач. Коэффициент прозрачности	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа
5	Линейный гармонический осциллятор	классическое традиционное; лекционное обучение, самообучение
6	Движение в поле центральных сил.	классическое традиционное; лекционное обучение, дистанционные
7	Движение в кулоновском поле ядра. Квантование .	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программное обучение
8	Спин. Принцип тождественности одинаковых частиц. Релятивистская квантовая механика. .	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программное обучение
9	Атом. Периодическая система элементов Менделеева. Химическая связь, молекула.	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программное обучение

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
	Операторы координаты, импульса, момента импульса. Оператор Гамильтона.	Подготовка к практическому занятию	<i>Изучить операторы координаты, импульса, момента</i>	1. Ландау Л. Д. Лифшиц Е. М. «Квантовая механика» изд-е 6, М.: ФИЗ-МАТЛИТ,	4

	Операторы координаты и импульса в импульсном представлении. Унитарные преобразования. Соотношение неопределенностей. Квантовые скобки Пуассона. Интегралы движения.		<i>импульса. Оператор Гамильтона. Операторы координаты и импульса в импульсном представлении.</i>	2004 2. К. Коэн – Таннудпси, Б. Диу, Ф Лалоз. «Квантовая механика». Т. 1. Екатеринбург, 2000.	
24	Собственные значения и собственные функции эрмитовых операторов. Среднее значение физической величины.	Подготовка к контрольной работе	<i>Изучить собственные значения и собственные функции и их свойства</i>	1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. «Квантовая механика» изд-е 6, М.: ФИЗ-МАТЛИТ, 2004 2. К. Коэн – Таннудпси, Б. Диу, Ф Лалоз. «Квантовая механика». Т. 1. Екатеринбург, 2000.	4
	Уравнение Шрёдингера. Уравнение непрерывности. Стационарное уравнение Шрёдингера. Частица в однородной бесконечно глубокой прямоугольной потенциальной яме. Прохождение через потенциальный барьер.	Подготовка к семинару-конференции	<i>Изучить уравнение Шрёдингера и его применение при решении многих задач.</i>	1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. «Квантовая механика» изд-е 6, М.: ФИЗ-МАТЛИТ, 2004 2. К. Коэн – Таннудпси, Б. Диу, Ф Лалоз. «Квантовая механика». Т. 1. Екатеринбург, 2000.	4
	Разделение переменных, радиальное уравнение Шрёдингера, асимптотическое поведение радиальной компоненты волновой функции.	Подготовка к коллоквиуму	<i>Изучить радиальное уравнение Шрёдингера,</i>	1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. «Квантовая механика» изд-е 6, М.: ФИЗ-МАТЛИТ, 2004 2. К. Коэн – Таннудпси, Б. Диу, Ф Лалоз. «Квантовая механика». Т. 1. Екатеринбург, 2000.	4
	Теория возмущений	Составление	<i>Изучить теорию</i>	1. Ландау Л. Д.	4

	для стационарных задач. Теория возмущений при наличии вырождения. Теория нестационарных возмущений. Эффекты Штарка и Зеемана..	гlossария	<i>возмущений, эффекты Штарка и Зеемана..</i>	Лифшиц Е. М. «Квантовая механика» изд-е 6, М.: ФИЗ-МАТЛИТ, 2004 2. К. Коэн – Таннудпси, Б. Диу, Ф Лалоз. «Квантовая механика». Т. 1. Екатеринбург, 2000.	
	Индукцированное излучение и поглощение. Понятие о спонтанном излучении. Коэффициенты Эйнштейна. Квантомеханическое выражение для коэффициентов Эйнштейна.	Составление гlossария	<i>Изучить коэффициенты Эйнштейна</i>	1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. «Квантовая механика» изд-е 6, М.: ФИЗ-МАТЛИТ, 2004 2. К. Коэн – Таннудпси, Б. Диу, Ф Лалоз. «Квантовая механика». Т. 1. Екатеринбург, 2000.	4
	Борновское приближение. Рассеяние быстрых заряженных частиц атомами.	Написание конспекта	<i>Изучить рассеяние быстрых заряженных частиц атомами</i>	1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. «Квантовая механика» изд-е 6, М.: ФИЗ-МАТЛИТ, 2004	4
	Уравнение Клейна-Гордона-Фока. Уравнение Дирака. Переход от уравнения Дирака к уравнению Паули.	Написание конспекта	<i>Изучить уравнение Клейна-Гордона-Фока, уравнение Дирака</i>	1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. «Квантовая механика» изд-е 6, М.: ФИЗ-МАТЛИТ, 2004 2. К. Коэн – Таннудпси, Б. Диу, Ф Лалоз. «Квантовая механика». Т. 1. Екатеринбург, 2000.	8
	Движение электрона в периодическом поле. Представление вторичного квантования. Основные идеи современной квантовой теории поля.	Подготовка к экзамену	<i>Изучить основные идеи современной квантовой теории поля.</i>	1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. «Квантовая механика» изд-е 6, М.: ФИЗ-МАТЛИТ, 2004 2. К. Коэн – Таннудпси, Б. Диу, Ф Лалоз.	6

				«Квантовая механика». Т. 1. Екатеринбург, 2000.	
--	--	--	--	---	--

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Целью самостоятельной работы является самостоятельное приобретение новых знаний и выработка способности к постоянному самообучению и самосовершенствованию в профессиональной и социально-общественных сферах деятельности.

Самостоятельная учебная работа представлена такими формами учебного процесса, как лекция, семинар, практические и лабораторные занятия, экскурсии, подготовка к ним. Студент должен уметь вести краткие записи лекций, составлять конспекты, планы и тезисы выступлений, подбирать литературу и т.д.

Научная самостоятельная работа студента заключается в его участии в работе кружков на кафедрах, в научных конференциях разного уровня, а также в написании контрольных, курсовых и выпускных квалификационных (дипломных работ) работ.

Самостоятельная работа студентов включает следующие компоненты:

№№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма контроля
1	Проработка лекционного материала	28	Экзамен
2	Подготовка к практическим занятиям	28	Работа у доски; контрольные, самостоятельные работы.
3	Подготовка к лабораторным работам	29	Допуск к каждой лабораторной работе и защита отчета.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Материалы для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации составляют отдельный документ – Фонд оценочных средств по дисциплине «Квантовая теория».

7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины

7.1. Учебная литература:

Основная:

1. Волны материи и квантовая механика. 4-е изд. 2010.
2. Ландау Л. Д. Лифшиц Е. М. «Квантовая механика» изд-е 6, М.: ФИЗ-МАТЛИТ, 2004
3. К. Коэн – Таннудпси, Б. Диу, Ф. Лалоз. «Квантовая механика». Т. 1. Екатеринбург, 2000.
4. Барановский В. И. «Квантовая механика и квантовая химия». 2008.
5. Квантовая механика (Stanford University «Modern Physics: Quantum Mechanics», Stanford, 2008
6. Квантовая механика 4-е изд – М.: 2010
7. Квантовая механика. Теория поля. Б. Н. Родимов 2012-12-26

8. Фадеев Л. Д. Якубовский О. А. «Лекции по квантовой механике».

Дополнительная:

1. Бом Д. «Квантовая теория», М., Наука, 1965.
2. Боум А. «Квантовая механика: основы и приложения», М., Мир, 1990.
3. Гольдман И. И., Кривченков В. Д. «Сборник задач по квантовой механике», М., Гостехиздат. 1957.
4. Флюгге З. «Задачи по квантовой механике» тт. 1, 2., М., Мир, 1974.
5. Тернов И. М., Жуковский В. Ч., Борисов А. В. «Квантовая механика и макроскопические эффекты», М., Изд. М. У., 1993.
6. Блохинцев Д. И. «Основы квантовой механики» М., Наука, 1983.
7. Давыдов А. С. «Квантовая механика» М., Наука 1973.
8. Елютин П. В., Кривченков В. Д. «Квантовая механика с задачами» М., наука, 1976.
9. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., «Квантовая механика», М., Наука, 1989.
10. Соколов А. А., Тернов И. М., Жуковский В. Ч. «Квантовая механика», М., Наука, 1979.
11. Галицкий В. М., Карнаков Б. М., Коган В. И., «задачи по квантовой механике» М., Наука, 1972.

Монографическая:

1. Вейль Г. «Теория групп и квантовая механика» М., Мир, 1997г.
2. Дирак П. А. М. «Принципы квантовой механики» М., Мир, 1978г
3. Паули В. «Принципы волновой механики» М., Гостехиздат, 1948г.

7.2 Интернет-ресурсы

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	http://www.edu.ru
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

7.3. Программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10
2. Microsoft Windows server 2003, 2008, 2012, 2016
3. Microsoft Office 2007, 2010, 2016
4. Антивирусное ПО Kaspersky endpoint security
5. Справочно-правовая система “Консультант”
6. Операционная система Microsoft Windows XP Professional.
7. Пакет прикладных программ Microsoft Office 2003 Professional.
8. Программный продукт «Антивирус Касперского».
9. Программный продукт FineReader 7.0 Professional Edition.
10. Программный продукт MATLAB 6.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (лабораторных и(или) практических), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Учебная аудитория для лекционных занятий (№ 117) 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, 39а, Корпус 3Е	Стол для преподавателя - 1 шт. (состоит из 2-х секций); стул для преподавателя -1 шт.; доска - 1 шт.; трибуна-1 шт, стол - 28 шт.; скамья-56 шт
Учебная аудитория для семинарских занятий (№115) 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, 39а, Корпус 3Е	Стол для преподавателя - 1 шт; стул для преподавателя -1 шт.; доска - 1 шт.; стол - 10 шт.; скамья-20 шт. Учебные пособия по дисциплинам. Тесты рубежного, итогового контроля, наглядные пособия, УМК по дисциплинам

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Б.1.О.17 Квантовая теория

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Квантовая теория» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине

«Квантовая теория» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- контроль и оценка степени освоения компетенций предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Квантовая теория» организуется в виде лекций, практических занятий и самостоятельной работы. Продолжительность изучения дисциплины -1 семестр. Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам входного контроля, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде экзамена. Лекция - основная форма систематического, последовательного устного изложения учебного

материала. Чтение лекций, как правило, осуществляется наиболее профессионально подготовленными преподавателями университета.

Основными задачами лекций являются: - ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой изучаемой дисциплины, ее местом в системе наук и связями с другими дисциплинами; - изложение комплекса основных научных понятий, законов, методов, принципов данной дисциплины;

Лекции мотивируют обучающегося на самостоятельный поиск и изучение научной и специальной литературы и других источников по темам дисциплины, ориентируют на выявление, формулирование и исследование наиболее актуальных вопросов и проблем физической кинетики. Значимым фактором полноценной и плодотворной работы обучающегося на лекции является культура ведения конспекта. Слушая лекцию, необходимо научиться выделять и фиксировать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста. Кроме того, необходимо научиться делать понятные для обучающегося сокращения при записи текста лекции и стремиться освоить быструю манеру письма и рубрикацию материала.

Практические занятия по дисциплине «Физической кинетики» проводятся в соответствии с учебно-тематическим планом. Цель практических занятий - закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, а также приобрести начальные практические навыки анализа наблюдаемых физических явлений. Темы практических занятий заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины. В начале каждого практического занятия преподаватель кратко доводит до обучающихся цель и задачи занятия и сообщает обучающимся основные законы необходимые для решения задач на занятии.

В рамках практического занятия обучающиеся решают задачи и разбирают практические задачи самостоятельно или при помощи преподавателя. Преподаватель выступает в роли консультанта, осуществляет контроль полученных обучающимися результатов.

Отсутствие обучающихся на занятиях или их неактивное участие на них может быть компенсировано самостоятельным выполнением дополнительных заданий и представлением их на проверку преподавателю. Целью самостоятельной работы обучающихся при изучении настоящей учебной дисциплины является выработка ими навыков работы с научной и учебной литературой, а также 6 развитие у обучающихся устойчивых способностей к самостоятельному изучению и обработке полученной информации. В процессе самостоятельной работы обучающийся должен воспринимать, осмысливать и углублять получаемую информацию, решать практические задачи, готовить доклады, выполнять домашние задания, овладевать профессионально необходимыми навыками. Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий:

- самостоятельный подбор, изучение, конспектирование, анализ учебно-методической и научной литературы, периодических научных изданий,

- индивидуальная творческая работа по осмыслению собранной информации, проведению сравнительного анализа и синтеза материалов, полученных из разных источников, интерпретации информации, выполнение домашних заданий;

- завершающий этап самостоятельной работы;

- подготовка к сдаче экзамена по дисциплине, предполагающая интеграцию и систематизацию всех полученных при изучении учебной дисциплины знаний.

Опрос — это выяснение мнения сообщества по тем или иным вопросам. По итогам опроса могут быть изменены или отменены существующие либо приняты новые правила и руководства (за исключением противоречащих общим принципам проекта).

Опрос студентов проводится с целью:

– систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

– углубления и расширения теоретических знаний;

– формирования умений использовать справочную и специальную литературу; – развития познавательных способностей и активности студентов:

– творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; – формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

– развития исследовательских умений.

Требование к опросу:

– точность ответа на поставленный вопрос; – формулировка целей и задач работы;

– раскрытие (определение) рассматриваемого понятия (определения, проблемы, термина);

– четкость структуры работы; – самостоятельность, логичность изложения;

– наличие выводов, сделанных самостоятельно.

Решение задач — процесс выполнения действий или мыслительных операций, направленный на достижение цели, заданной в рамках проблемной ситуации задачи; является составной частью мышления. Процесс решения задач является наиболее сложной из всех функций интеллекта и определяется как когнитивный процесс более высокого порядка, требующий согласования и управления более элементарными или фундаментальными навыками

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

-уровень освоения студентами учебного материала;

-умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;

-сформированность общеучебных умений;

-умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы; находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;

-обоснованность и четкость изложения ответа;

-оформление материала в соответствии с требованиями;

-умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;

-умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;

-умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;

-умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

Тестовые задания.

1. Что из следующего является постулатом квантовой механики?

- Энергия непрерывна и может принимать любое значение.
- Можно одновременно измерять положение и импульс объекта.
- Наблюдения за субатомными частицами не влияют на их поведение.
- Волны вероятности используются для описания поведения субатомных частиц.

2. Что такое принцип неопределенности Гейзенберга?

- Невозможно одновременно с идеальной точностью определить и положение, и импульс объекта.

- Невозможно наблюдать субатомные частицы, не влияя на их поведение.
- Корпускулярно-волновой дуализм описывает поведение субатомных частиц.
- Электроны могут существовать только на определенных дискретных энергетических уровнях.

3. Что из следующего верно для уравнения Шредингера?

- Это применимо только к частицам в одномерных системах.
- Он описывает вероятностное поведение субатомных частиц.
- Это применимо только к волнообразным явлениям.
- Его можно использовать только для расчета энергий частиц.

4. Что такое фотоэффект?

- Высвобождение электронов из твердого тела при попадании на него света
- Испускание света возбужденным атомом
- Рассеяние света поверхностью
- Поглощение света материалом

5. Как эксперимент с двумя щелями продемонстрировал корпускулярно-волновой дуализм электронов?

- Показав, что электроны ведут себя как частицы при наблюдении
- Показав, что электроны ведут себя как волны, когда их не наблюдают.
- Показав, что электроны ведут себя и как волна, и как частица в зависимости от того, как они наблюдаются
- Показав, что электроны не ведут себя волнообразно

6. Что такое квантовое состояние?

- Что такое квантовая запутанность?
- Что такое туннелирование?
- Что такое корпускулярно-волновой дуализм?
- Что такое суперпозиция?

7. Какому условию должна удовлетворять длина волны света λ , падающего на поверхность металла, чтобы началось явление фотоэффекта?.

- $\lambda \geq A/h$
- $\lambda \leq hc/A$
- $\lambda > E_k/h$
- $\lambda > hc/A$

8. Какое из приведенных выражений соответствует массе фотона с длиной волны λ ?

- $h / \lambda c$
- hc / λ
- $h\lambda c$
- $h\lambda c^2$

9. Определите массу фотона (кг) с длиной волны 100 нм. $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$.

- $4,4 \cdot 10^{-35}$
- $2,2 \cdot 10^{-33}$
- $4,4 \cdot 10^{-34}$
- $2,2 \cdot 10^{-35}$

10. Каков импульс фотона (кг·м/с) излучения с длиной волны $3,31 \cdot 10^{-9} \text{ м}$ ($h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$)?

- $12 \cdot 10^{-19}$

- 10^{-26}
 - $2 \cdot 10^{-42}$
 - $2 \cdot 10^{-25}$
-

11. Определите импульс фотона (кг•м)/с, длина волны которого равна 500 нм. $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж•с

- $2,7 \cdot 10^{-27}$
 - $2,6 \cdot 10^{-26}$
 - $1,3 \cdot 10^{-25}$
 - $1,3 \cdot 10^{-27}$
-

12. Определите красную границу фотоэффекта (н, Гц) для вещества с работой выхода $3 \cdot 10^{-19}$ Дж. $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж•с.

- $1,5 \cdot 10^{15}$
 - $4,5 \cdot 10^{14}$
 - $1,5 \cdot 10^{14}$
 - $4,5 \cdot 10^{15}$
-

13. Что такое фотон? Это ...

- нейтральная частица, способная перемещаться в пустоте со скоростью от 200 до 300 тысяч км/с
 - частица, обладающая массой электрона, но имеющая заряд противоположного знака
 - квант электромагнитного излучения
 - "дырка" в твердом теле
-

14. Какое из перечисленных ниже оптических явлений получило объяснение на основе квантовой теории света?

- дифракция
 - дисперсия
 - фотоэффект
 - интерференция
-

15. Определите массу фотона (кг) с длиной волны 220 нм. $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж•с

- $3 \cdot 10^{-36}$
 - $1,6 \cdot 10^{-36}$
 - $1 \cdot 10^{-35}$
 - $1,5 \cdot 10^{-36}$
-

16. Какова энергия фотона (эВ) излучения с длиной волны 10^{-7} м ($h = 4 \cdot 10^{-15}$ эВ•с)?

- 2
 - 4
 - 8
 - 12
-

17. Формула Эйнштейна для фотоэффекта, выраженная через длину волны падающего света, имеет вид...

- $h\lambda/c = A + m^2/2$
 - $h/c = \lambda(A + m^2/2)$
 - $h\lambda = A + m^2$
 - $hc = \lambda(A + m^2/2)$
 -
-

18. Как изменится максимальная энергия фотоэлектронов, если, не меняя частоты падающего света, увеличить его интенсивность в 2 раза?

- уменьшится в 2 раза
 - не изменится
 - увеличится в 4 раза
 - увеличится в 2 раза
-

19. Точечный источник света мощностью 66 Вт излучает фотоны с длиной волны 400 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 9 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $25,7 \cdot 10^{16}$
 - $1,3 \cdot 10^{17}$
 - $1,64 \cdot 10^{16}$
 - $6,73 \cdot 10^{16}$
-

20. Точечный источник света мощностью 66 Вт излучает фотоны с длиной волны 300 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 11 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $6,73 \cdot 10^{16}$
 - $25,7 \cdot 10^{16}$
 - $3,26 \cdot 10^{16}$
 - $6,55 \cdot 10^{16}$
-

21. Точечный источник света мощностью 66 Вт излучает фотоны с длиной волны 500 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 7 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $1,64 \cdot 10^{16}$
 - $3,26 \cdot 10^{16}$
 - $25,7 \cdot 10^{16}$
 - $2,7 \cdot 10^{17}$
-

22. Точечный источник света мощностью 33 Вт излучает фотоны с длиной волны 700 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 3 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $6,73 \cdot 10^{16}$
 - $3,26 \cdot 10^{16}$
 - 10^{18}
 - $1,64 \cdot 10^{16}$
-

23. Точечный источник света мощностью 66 Вт излучает фотоны с длиной волны 700 нм. Сколько фотонов проходит каждую секунду через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 3 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $2 \cdot 10^{18}$
 - $15,8 \cdot 10^{16}$
 - $2,45 \cdot 10^{16}$
 - $4,89 \cdot 10^{16}$
-

24. Точечный источник света мощностью 99 Вт излучает фотоны с длиной волны 300 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 11 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $15,8 \cdot 10^{16}$
 - $9,8 \cdot 10^{16}$
 - $51,3 \cdot 10^{16}$
 - $4,89 \cdot 10^{16}$
-

25. Точечный источник света мощностью 99 Вт излучает фотоны с длиной волны 400 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 9 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $15,8 \cdot 10^{16}$
 - $51,3 \cdot 10^{16}$
 - $2,45 \cdot 10^{16}$
 - $1,96 \cdot 10^{16}$
-

26. Точечный источник света мощностью 99 Вт излучает фотоны с длиной волны 600 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 5 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $4,89 \cdot 10^{16}$
 - $9,5 \cdot 10^{17}$
 - $77 \cdot 10^{16}$
 - $10,1 \cdot 10^{16}$
-

27. Точечный источник света мощностью 99 Вт излучает фотоны с длиной волны 700 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 3 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $23,8 \cdot 10^{16}$
 - $10,1 \cdot 10^{16}$
 - $3 \cdot 10^{18}$
 - $4,89 \cdot 10^{16}$
-

28. Точечный источник света мощностью 66 Вт излучает фотоны с длиной волны 600 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 5 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $6,3 \cdot 10^{17}$
 - $51,3 \cdot 10^{16}$
 - $2,45 \cdot 10^{16}$
 - $4,89 \cdot 10^{16}$
-

29. Точечный источник света мощностью 33 Вт излучает фотоны с длиной волны 600 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 5 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $3,37 \cdot 10^{16}$
 - $3,17 \cdot 10^{17}$
 - $99 \cdot 10^{16}$
 - $1,63 \cdot 10^{16}$
-

30. Точечный источник света мощностью 99 Вт излучает фотоны с длиной волны 500 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 7 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $77 \cdot 10^{16}$
 - $4,89 \cdot 10^{16}$
 - $23,8 \cdot 10^{16}$
 - $4 \cdot 10^{17}$
-

31. Точечный источник света мощностью 9,9 Вт излучает фотоны с длиной волны 400 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 4 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $6,2 \cdot 10^{15}$
 - $4,6 \cdot 10^{15}$
 - $7,4 \cdot 10^{16}$
 - $9,9 \cdot 10^{16}$
-

32. Точечный источник света мощностью 6,6 Вт излучает фотоны с длиной волны 500 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 6 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $5 \cdot 10^{16}$
 - $2,3 \cdot 10^{15}$
 - $1,65 \cdot 10^{16}$
 - $3,7 \cdot 10^{16}$
-

33. Точечный источник света мощностью 6,6 Вт излучает фотоны с длиной волны 300 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 2 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $1,65 \cdot 10^{16}$
 - $2,3 \cdot 10^{15}$
 - $9,2 \cdot 10^{15}$
 - $2 \cdot 10^{17}$
-

34. Точечный источник света мощностью 6,6 Вт излучает фотоны с длиной волны 700 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 10 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $1,85 \cdot 10^{16}$
 - $6,2 \cdot 10^{15}$
 - $7,4 \cdot 10^{16}$
 - $2,48 \cdot 10^{16}$
-

35. Точечный источник света мощностью 6,6 Вт излучает фотоны с длиной волны 400 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 4 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $6,6 \cdot 10^{16}$
 - $5 \cdot 10^{16}$
 - $2,3 \cdot 10^{15}$
 - $9,2 \cdot 10^{15}$
-

36. Точечный источник света мощностью 9,9 Вт излучает фотоны с длиной волны 300 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 2 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $4,6 \cdot 10^{15}$
 - $6,2 \cdot 10^{15}$
 - $3 \cdot 10^{17}$
 - $2,48 \cdot 10^{16}$
-

37. Точечный источник света мощностью 9,9 Вт излучает фотоны с длиной волны 500 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 6 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $2,48 \cdot 10^{16}$
 - $5,5 \cdot 10^{16}$
 - $9,3 \cdot 10^{15}$
 - $6,9 \cdot 10^{15}$
-

38. Точечный источник света мощностью 9,9 Вт излучает фотоны с длиной волны 600 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 8 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $2,48 \cdot 10^{16}$
 - $3,7 \cdot 10^{16}$
 - $6,9 \cdot 10^{15}$
 - $1,37 \cdot 10^{15}$
-

39. Точечный источник света мощностью 9,9 Вт излучает фотоны с длиной волны 700 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 10 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $2,8 \cdot 10^{16}$
 - $9,3 \cdot 10^{15}$
 - $2,48 \cdot 10^{16}$
 - $1,37 \cdot 10^{16}$
-

40. Точечный источник света мощностью 33 Вт излучает фотоны с длиной волны 500 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 7 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $1,63 \cdot 10^{16}$
 - $7,9 \cdot 10^{16}$
 - $1,35 \cdot 10^{17}$
 - $99 \cdot 10^{16}$
-

41. Точечный источник света мощностью 33 Вт излучает фотоны с длиной волны 300 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 11 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $3,29 \cdot 10^{16}$
 - $1,63 \cdot 10^{16}$
 - $3,37 \cdot 10^{16}$
 - $7,9 \cdot 10^{16}$
-

42. Точечный источник света мощностью 33 Вт излучает фотоны с длиной волны 400 нм. Сколько фотонов проходит ежесекундно через 1 м^2 поверхности, расположенной перпендикулярно пучку на расстоянии 9 м от источника? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

- $6,5 \cdot 10^6$
 - $99 \cdot 10^6$
 - $3,37 \cdot 10^6$
 - $7,9 \cdot 10^6$
-

43. Какую энергию должен иметь фотон (МэВ), чтобы его масса стала равной массе покоя электрона?

- 1 1
-

- 10
- 0,511
- 0,3

44. Какие значения могут принимать орбитальное квантовое число L при заданном главном квантовом числе n ?

- Целые числа $1, 2 \dots n-1$
- Целые числа $0, 1 \dots n-1$
- Целые числа $0, 1 \dots 2n$
- Целые числа $1, 2 \dots 2n$
- Целые числа $n, n+1 \dots 2n$

45. Квантовая частица проходит сквозь потенциальный барьер конечной высоты. Чем объясняется прохождение частицы сквозь потенциальный барьер?

- Неприменимостью закона сохранения энергии для квантовой механики
- Тем, что сумма потенциальной и кинетической энергии вследствие соотношения неопределенностей неоднозначно определяет полную энергию частицы
- Тем, что при прохождении потенциальной ямы частица приобретает дополнительную энергию
- Среди вышеперечисленных вариантов нет правильного

47. Свободная частица в квантовой механике описывается соответствующей плоской монохроматической волной Де Бройля. Остается ли постоянной вероятность обнаружить такую свободную частицу в произвольной точке пространства?

- Да
- Да, при условии выбора однородной области пространства
- Нет
- Среди вышеперечисленных ответов нет наиболее полного

48. Положив неопределенность координаты электрона в электронно-лучевой трубке монитора равной 10^{-4} м, а его скорость – порядка 10^6 м/с, определить, какие свойства электрона как частицы стоит использовать для его описания?

- Только корпускулярные свойства
- Корпускулярные и волновые свойства в одинаковой мере
- Только волновые свойства
- Среди перечисленных

Вопросы для подготовки к экзамену.

1. Ограниченность классической теории и необходимость перехода к квантовым явлениям.
2. Понятие о теории Бора.
3. Гипотезы Планка, Эйнштейна.
4. Волны де Бройля.
5. Корпускулярно-волновой дуализм.
6. Принцип неопределенности.
7. Вероятность местоположения. Условие нормировки.
8. Принцип суперпозиции. Наблюдаемые и состояния.
9. Уравнение Шредингера.
10. Интегралы движения.

11. Стационарные состояния.
12. Гармонический осциллятор.
13. Частица в прямоугольной потенциальной яме.
14. Туннельный эффект.
15. Движение в центрально – симметричном поле.
16. Движение в кулоновском поле.
17. Спин.
18. Принцип тождественности одинаковых частиц.
19. Атом.
20. Периодическая система элементов Менделеева.
21. Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени.

Рабочая программа дисциплины «Квантовая теория» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от « 07 » августа 2020 г. № 981.

Программу составил: к.ф-м.н., доцент кафедры «Физика» Торшхоева З.С.

Программа одобрена на заседании кафедры «Физика»
Протокол № 8 от « 11 » марта 2025 года

Программа одобрена Учебно-методическим советом физико-математического факультета
Протокол № 7 от « 13 » марта 2025 года

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой