

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Красноярский государственный педагогический университет
им. В.П. Астафьева»

Кафедра физики и методики обучения физике

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая физика

Направление подготовки:
44.03.01 Педагогическое образование

направленность (профиль) образовательной программы
Физика

Квалификация (степень) выпускника

БАКАЛАВР

Красноярск, 2018

Рабочая программа дисциплины «Квантовая физика» составлена доктором физико-математических наук, профессором кафедры физики и методики обучения физике В.М.Логиновым

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры физики и методики обучения физике

протокол № 10 от «17» мая 2017 г.

Заведующий кафедрой



В.И. Тесленко

Одобрено научно-методическим советом специальности (направления подготовки) института математики, физики и информатики

«26» мая 2017 г. Протокол № 9

Председатель НМСС (Н)



С.В. Бортновский

Рабочая программа дисциплины «Квантовая физика» составлена доктором физико-математических наук, профессором кафедры физики и методики обучения физике В.М.Логиновым

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры физики и методики обучения физике

протокол № 7 от «20» мая 2018 г

Заведующий кафедрой



В.И. Тесленко

Одобрено научно-методическим советом специальности (направления подготовки) института математики, физики и информатики

«23» мая 2018 г. Протокол № 8

Председатель НМСС (Н)



С.В. Бортновский

Рабочая программа дисциплины «Квантовая физика» составлена доктором физико-математических наук, профессором кафедры физики и методики обучения физике В.М.Логиновым

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры физики и методики обучения физике

протокол № 8 от «11» апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой



В.И. Тесленко

Одобрено научно-методическим советом специальности (направления подготовки) института математики, физики и информатики

«16 » мая 2019 г. Протокол № 8

Председатель НМСС (Н)



С.В. Бортновский

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 9 февраля 2016 г. № 91; Федеральным законом «Об образовании в РФ» от 29.12.2012 № 273-ФЗ; профессиональным стандартом «Педагог», утвержденным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 544н.; нормативно-правовыми документами, регламентирующими образовательный процесс в КГПУ им. В.П. Астафьева по направленности (профилю) образовательной программы Физика, очной формы обучения с присвоением квалификации бакалавр.

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана (индекс Б1.В.08).

Дисциплина «Квантовая физика» изучает экспериментальные и теоретические методы изучения явлений микромира, включая проявления квантовых свойств атомов и молекул, процессы излучения и поглощения света, взаимодействие атомов с электромагнитным полем. В данной программе акцент делается на базовых методах теоретического описания квантовых явлений в нерелятивистском приближении. В процессе изучения данного раздела студенты видят, как физические теории дают адекватные ответы на поведение квантовых частиц в заданных условиях, у студентов развивается естественно научное мировоззрение на познаваемость окружающего мира, возникает понимание практической значимости квантовой физики для технологического прогресса человеческой цивилизации.

2. Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4.5 зачётных единиц (162 час.), относится к вариативной части учебного плана образовательной программы. Количество часов, отведенных на контактную работу (различные формы аудиторной работы) с преподавателем составляет 46 часа, на внеаудиторную работу студента отводится 116 часа.

3. Цель и задачи дисциплины

Целью преподавания данного курса является необходимость сформировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую физическую картину квантовых явлений в нерелятивистском приближении, как части естественнонаучной картины мира, и умений их использовать в образовательной деятельности.

Создание такой картины происходит поэтапно, путем обобщения экспериментальных данных, на их основе построение математических моделей наблюдаемых явлений, со строгим обоснованием приближений и рамок, в которых эти модели действуют. Необходимо научить студентов основам математических постановок задач, проведения расчетов с последующим анализом и оценкой полученных результатов.

4. Планируемые результаты обучения.

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ОК-3 – способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве;

ОПК-3 – готовность к психолого-педагогическому сопровождению учебно-воспитательного процесса;

ОПК-5 – владеть основами профессиональной этики и речевой культуры;

ПК-2 – способность использовать современные методы и технологии обучения и диагностики;

ПК-4 – способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов;

ПК-7 – способность организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность, инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности;

ПК-11 – готовность использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования.

Таблица 1.

Планируемые результаты обучения

Задачи освоения дисциплины	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)	Код результата обучения (компетенция)
Задача Получение базовых теоретических знаний и освоение методов решения физических задач в области основ квантовой физики.	Знать: - Фундаментальные представления квантовой физики и используемые математические методы (операторные); - Методики решения типовых задач.	Проекция задачи на компетенции ОК-3, ОПК-3, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-11
	Уметь: -Использовать базовые представления квантовой физики для объяснения структуры спектров и свойств атомов; -аргументировать научную позицию	

	при анализе информации предметной области; - структурировать информацию о явлениях микромира, используя научный метод исследования; - применять разнообразные методики (физические и математические) решения типовых задач.	
	Владеть: -основами теоретического и математического аппарата квантовой физики; - методикой образовательной и культурно-просветительской деятельности в области физики микромира; -методиками решения задач; -навыками решения задач, с помощью специализированных математических пакетов Scilab, Octave и др.	

5. Контроль результатов освоения дисциплины.

В ходе изучения дисциплины используются такие методы текущего контроля успеваемости как устный опрос, решение физических задач, выполнение контрольных работ. Форма итогового контроля – экзамен.

Оценочные средства результатов освоения дисциплины, критерии оценки выполнения заданий представлены в разделе «Фонды оценочных средств для проведения промежуточной аттестации»: - решение физических задач, устный опрос, выполнение контрольных работ.

6. Перечень образовательных технологий, используемых при освоении дисциплины

Современные образовательные технологии. В процессе освоения дисциплины используются разнообразные виды деятельности обучающихся, организационные формы и методы обучения: лекции, семинарские и лабораторные занятия, самостоятельная, индивидуальная и групповая формы организации учебной деятельности. Освоение дисциплины заканчивается экзаменом.

Содержание основных разделов и тем дисциплины

Модуль 1.

Тема 1.1. Основные положения и понятия квантовой механики.

Волновая функция Операторы физических величин Спектральная задача Явный вид операторов физических величин Состояния с определенными значениями физической величины Соотношение неопределенностей.

Тема 1. 2. Квантовая динамика Уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Уравнение непрерывности. Динамика средних физических величин. Теоремы Эренфеста. Законы сохранения. Связь симметрии с интегралами движения.

Тема 1.3. Гармонический осциллятор. Описание на языке операторов рождения и уничтожения. Спектр энергии, главное квантовое число. Волновые функции. Сравнение классического и квантового гармонических осцилляторов. Теорема вириала. Правила отбора. Интенсивность дипольного излучения.

Тема 1.4.1. Прямоугольная потенциальная яма (стационарные состояния). Прохождение частицы через прямоугольный потенциальный барьер Коэффициенты прохождения и отражения.

Тема 1.4.2. Движение частицы в сферически-симметричном поле (дискретный спектр). Собственные значения (главное квантовое число, орбитальное квантовое число, магнитное квантовое число) и собственные функции (сферические и радиальные). Представление о «квантовых орбитах».

Модуль 2

Тема 2.1. Движение частицы в кулоновском поле (дискретный спектр)

Атом водорода. Спектральные серии Лаймана, Бальмера, Пашена. Спектры водородоподобных атомов.

Тема 2.2. Спин электрона. Уравнение Паули. Эффект Зеемана

Тема 2.3. Опыт Штерна и Герлаха

Тема 2.4. Теория возмущений без вырождения. Теория возмущений с вырождением. Пример. Расщепление двукратно вырожденного уровня

Тема 2.5. Тожественные частицы.

Симметрия волновой функции тождественных частиц. Бозоны, фермионы. Принцип Паули. Гелиеподобный атом.

Тема 2.6. Элементы теории излучения. Вероятности переходов под действием внешнего возмущения. Правила отбора для излучения и поглощения света атомом. Соотношение неопределенностей для энергии и времени. Естественная ширина уровней.

Методические рекомендации по освоению дисциплины «Квантовая физика» для обучающихся образовательной программы

Работа с теоретическим материалом

Важное место в освоении материала по курсу квантовой физики отводится самостоятельной работе студентов во внеаудиторное время с материалом, изложенным в рекомендуемой литературе и интернет-источниках. Без знания математических методов и теоретического материала предметной области невозможно выполнение заданий связанных с решением разнообразных задач физики микромира. Посещение студентами лекционных и лабораторных занятий является обязательным

Технологическая карта обучения дисциплине «Квантовая физика» для обучающихся образовательной программы

Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, направленность (профиль) образовательной программы Физика по очной форме обучения (общая трудоемкость 4.5)

Наименование модулей, разделов, тем	Всего часов	Аудиторных часов				Внеаудиторных часов	Формы контроля
		всего	Лекций	Семинарских	Лаборат. работ		
Модуль 1. Математические основания квантовой механики и базовые модели							
<i>1.1.</i> Основные положения и понятия квантовой механики. Волновая функция. Операторы физических величин. Спектральная задача. Явный вид операторов физических величин. Состояния с определенными значениями физической величины. Соотношение неопределенностей.	16	4	2	-	2	12	Устный опрос. Решение физических задач. Контрольная работа
<i>1.2</i> Квантовая динамика. Уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Уравнение непрерывности. Динамика средних физических величин. Теоремы Эренфеста. Законы сохранения. Связь симметрии с интегралами движения.	16	4	2	-	2	12	Устный опрос. Решение физических задач. Контрольная работа
<i>1.3.</i> Гармонический осциллятор. Описание на языке операторов рождения и уничтожения. Спектр	16	4	2	-	4	12	Устный опрос. Решение физических задач.

<p>энергии, главное квантовое число. Волновые функции. Сравнение классического и квантового гармонических осцилляторов. Теорема вириала. Правила отбора. Интенсивность дипольного излучения.</p>								Контрольная работа
<p>1.4. Прямоугольная потенциальная яма (стационарные состояния). Прохождение частицы через прямоугольный потенциальный барьер. Коэффициенты прохождения и отражения.</p>	20	4	2	-	2	16	Устный опрос. Решение физических задач. Контрольная работа	
<p>1.5. Движение частицы в сферически-симметричном поле (дискретный спектр). Собственные значения (главное квантовое число, орбитальное квантовое число, магнитное квантовое число) и собственные</p>	18	4	2	-	2	14	Устный опрос. Решение физических задач. Контрольная работа	

функции (сферические и радиальные). Представление о «квантовых орбитах».								
Модуль 2. Описание реальных микросистем								
2.1. Движение частицы в кулоновском поле (дискретный спектр). Атом водорода. Спектральные серии Лаймана, Бальмера, Пашена. Спектры водородоподобных атомов.	12	4	2	-	2	8	Устный опрос. Решение физических задач. Контрольная работа	
2.2. Спин электрона. Уравнение Паули. Эффект Зеемана.	16	6	2	-	4	10	Устный опрос. Решение физических задач.	
2.3. Опыт Штерна и Герлаха	8	4	2	-	2	4	Устный опрос. Решение физических задач.	
2.4. Теория возмущений без вырождения. Теория возмущений с вырождением. Пример. Расщепление двукратно вырожденного уровня.	20	4	2		2	16	Устный опрос. Решение физических задач. Контрольная работа	

2.5. Тожественные частицы. Симметрия волновой функции тождественных частиц. Бозоны, фермионы. Принцип Паули. Гелиеподобный атом.	20	6	2	-	4	14	Устный опрос. Решение физических задач.
Итого	162	46	20	-	26	116	

Технологическая карта рейтинга дисциплины «Квантовая физика»

Наименование дисциплины/курса	Направление подготовки и уровень образования. Название программы/направленности (профиля) образовательной программы	Количество зачетных единиц
Квантовая физика	44.03.01 Педагогическое образование /Бакалавриат Направленность (профиль) образовательной программы Физика	4.5
Смежные дисциплины по учебному плану		
Предшествующие: Математика, Информатика, Общая физика, Атомная физика, Классическая механика		
Последующие: Основы теоретической физики (физика твердого тела, физика ядра и элементарных частиц, статистическая физика)		

БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ № 1.			
	Форма работы*	Количество баллов 100%	
		min	max
Текущая работа	Устный опрос	1	3
	Лабораторные работы (решение физических задач)	9	14
	Решения задач для самостоятельной работы	10	19
Промежуточный рейтинг-контроль	Контрольные работы	10	14
Итого		30	50

БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ 2..			
	Форма работы	Количество баллов	
		min	max

Текущая работа	Устный опрос	1	3
	Лабораторные работы (решение физических задач)	9	14
	Решения задач для самостоятельной работы	10	19
Промежуточный рейтинг-контроль	Контрольные работы	10	14
Итого		30	50

Общее количество баллов по дисциплине (по итогам изучения всех модулей, без учета дополнительного модуля)	min	max
	60	100

Соответствие рейтинговых баллов и академической оценки:

50 баллов – допуск к экзамену

60–72 – удовлетворительно

73–86 – хорошо

87–100 – отлично

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«Красноярский государственный педагогический университет
им. В.П. Астафьева»
(КГПУ им. В. П. Астафьева)**

Институт математики, физики и информатики
Кафедра физики и методики обучения физике

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
обучающихся по дисциплине «Квантовая физика»

Направление подготовки 44.03.01 «Педагогическое образование»,

направленность (профиль) образовательной программы Физика и технология

Квалификация: бакалавр

УТВЕРЖДЕНО

на заседании кафедры

Протокол № 7 от «20» мая 2018 г.

Заведующий кафедрой _____

Тесленко В.И.

ОДОБРЕНО

на заседании научно-методического совета
института математики, физики и информатики

Протокол № 8 от «23» мая 2018 г.

Председатель НМС _____

Бортновский С.В.

Составитель: Логинов В.М., профессор кафедры физики и методики обучения физике

1. Назначение фонда оценочных средств

1.1. Целью создания ФОС дисциплины «Квантовая физика» является определение соответствия учебных достижений обучающихся запланированным результатам обучения и требованиям ОПОП ВО, РПД «Квантовая физика».

1.2. ФОС по дисциплине «Квантовая физика» решает задачи:

1. управление процессом приобретения обучающимися необходимых знаний, умений, навыков и формирования компетенций, определенных в ФГОС ВО «Образование и педагогические науки» по направлению бакалавриата 44.03.01 Педагогическое образование, профиль «Физика»;
2. управление процессом достижения реализации ОПОП ВО, определенных в виде набора компетенций;
3. оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины «Квантовая физика» с определением результатов и планирование корректирующих мероприятий;
4. обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;
5. совершенствование самоконтроля и самоподготовки обучающихся.

1.3. ФОС разработан на основании нормативных документов:

✓ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование. Профиль: Физика. Квалификация: Бакалавр.

✓ Положения о формировании фонда оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева» и его филиалах.

2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе дисциплины

2.1. Перечень компетенций, формируемых в процессе дисциплины:

ОК – 3 способностью использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве;

ОПК – 3 готовностью к психолого-педагогическому сопровождению учебно-воспитательного процесса;

ОПК – 5 владением основами профессиональной этики и речевой культурой;

ПК – 2 способностью использовать современные методы и технологии обучения и диагностики;

ПК – 4 способностью использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов;

ПК – 7 способностью организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность и самостоятельность, развивать творческие способности;

ПК – 11 готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования.

2.2. Этапы формирования и оценивания компетенций

Компетенция	Этапы формирования компетенции	Дисциплины, практики участвующие в формировании компетенции	Тип контроля	Оценочное средство/КИМы	
				номер	форма
ОК-3 – способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	ориентировочный	Информационные технологии в образовании Основы математической обработки информации Естественнонаучная картина мира Методика обучения физике Вводный курс физики Информатика Механика Электродинамика Оптика Электротехника Молекулярная физика Машиноведение Основы робототехники Основы теории прочности Теоретическая механика Материаловедение Современное производство Основы систем разработки виртуальных приборов Основы систем инженерных виртуальных инструментов Уравнения математической физики Математическая физика Квантовая физика Атомная физика	текущий контроль	5.1	Ответы на вопросы
	когнитивный		текущий контроль	5.2	задачи
	праксиологический		промежуточная аттестация	5.3	контрольная
	рефлексивно-оценочный		промежуточная аттестация	5.4	экзамен

		<p>Частные вопросы методики обучения физике</p> <p>Дополнительные главы теории и методики обучения физике</p> <p>Синергетика</p> <p>Цифровые образовательные ресурсы</p> <p>Теория относительности</p> <p>Квантовая механика</p> <p>Волновая механика</p> <p>Графика</p> <p>Системы компьютерного черчения</p> <p>Физика твердого тела</p> <p>Физика конденсированного состояния</p> <p>Компьютерное моделирование физических явлений</p> <p>Компьютерное моделирование физических процессов</p> <p>Классическая механика</p> <p>Аналитическая механика</p> <p>Статистическая физика</p> <p>Статистические методы в физике и термодинамике</p> <p>Практикум по решению физических задач (методика обучения)</p> <p>Практикум по решению олимпиадных физических задач</p> <p>Радиотехника</p> <p>Электроника</p> <p>Астрономия</p> <p>Астрофизика</p> <p>Инженерное проектирование и дизайн</p>			
--	--	--	--	--	--

		<p>Трехмерное моделирование</p> <p>Охрана труда и техника безопасности на производстве и в школе</p> <p>Актуальные вопросы охраны труда и техники безопасности на производстве и в школе</p> <p>Техническое моделирование</p> <p>Современное техническое моделирование</p> <p>Элементарная физика</p> <p>Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности</p> <p>Педагогическая практика</p> <p>Государственная итоговая аттестация</p>			
--	--	--	--	--	--

ОПК-3 – готовность к психолого-педагогическому сопровождению учебно-воспитательного процесса	ориентировочный	Психология Методика	текущий контроль	5.1	Ответ на вопросы	
	когнитивный	обучения физике Современные	текущий контроль	5.2	Задачи	
	праксиологический	технологии обучения Вводный курс физики Технологии малого	промежуточная аттестация	5.3	Контроль	
	рефлексивно-оценочный	бизнеса Механика	промежуточная аттестация	5.4	экзамен	
		<p>Электродинамика Оптика Молекулярная физика Основы теории прочности Теоретическая механика Современное производство Квантовая физика Атомная физика Квантовая механика Волновая механика Графика Системы компьютерного черчения Физика твердого тела Физика конденсированного состояния Классическая механика Аналитическая механика Статистическая физика Статистические методы в физике и термодинамике Практикум по решению физических задач (методика обучения) Практикум по решению олимпиадных физических задач Астрономия Астрофизика Инженерное проектирование и дизайн Трехмерное моделирование</p>				

		<p>Охрана труда и техника безопасности на производстве и в школе</p> <p>Актуальные вопросы охраны труда и техники безопасности на производстве и в школе</p> <p>Элементарная физика</p> <p>Педагогическая практика</p> <p>Преддипломная практика</p>				
ОПК-5 – владеть основами профессиональной этики и речевой культуры	ориентировочный	Философия Педагогическая	текущий контроль	5.1	Ответ на вопросы	
	когнитивный	риторика Естественнонаучная	текущий контроль	5.2	Задачи	
	праксиологический	картина мира Педагогика Методика обучения	промежуточная аттестация	5.3	Контроль	
	рефлексивно-оценочный	физике Современные	промежуточная аттестация	5.4	экзамен	
		технологии обучения Математика Вводный курс физики Информатика Прикладная математика Технологии малого бизнеса Механика Электродинамика Оптика Электротехника Молекулярная физика				

		Практикумы по обработке материалов промежуточная аттестация Основы робототехники Основы систем разработки виртуальных приборов Основы систем инженерных виртуальных инструментов Квантовая физика Атомная физика Частные вопросы методики обучения физике Дополнительные главы теории и методики обучения физике Синергетика Цифровые образовательные ресурсы Теория относительности Квантовая механика Волновая механика Графика Системы компьютерного черчения Физика твердого тела Физика конденсированного состояния Компьютерное моделирование физических явлений Компьютерное моделирование физических процессов Классическая механика Аналитическая механика Статистическая физика			
--	--	---	--	--	--

		<p>Статистические методы в физике и термодинамике</p> <p>Практикум по решению физических задач (методика обучения)</p> <p>Практикум по решению олимпиадных физических задач</p> <p>Радиотехника</p> <p>Электроника</p> <p>Астрономия</p> <p>Астрофизика</p> <p>Инженерное проектирование и дизайн</p> <p>Трёхмерное моделирование</p> <p>Ведение домашнего хозяйства</p> <p>Инженерные коммуникации в доме</p> <p>Элементарная физика</p> <p>Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности</p> <p>Педагогическая практика</p> <p>Преддипломная практика</p>			
--	--	---	--	--	--

Компетенция	Этапы формирования компетенции	Дисциплины, практики участвующие в формировании компетенции	Тип контроля	Оценочное средство/КИМы	
				номер	форма
ПК-2 – способность использовать современные методы и технологии обучения и диагностики	Ориентировочный Когнитивный Праксиологический Рефлексивно-оценочный	Основы математической обработки информации Естественнонаучная картина мира Психология Педагогика Методика обучения физике Методика обучения технологии Информационная культура Современные технологии обучения Основы специальной педагогики и психологии Математика Вводный курс физики Прикладная математика Механика Электродинамика Оптика Электротехника Молекулярная физика Машиноведение Материаловедение Современное производство	текущий контроль	5.1	Ответ на вопросы
			текущий контроль	5.2	Задачи
			промежуточная аттестация	5.3	Контрольная
			промежуточная аттестация	5.4	экзамен

		<p>Уравнения математической физики Математическая физика Атомная физика Квантовая механика Волновая механика Графика Системы компьютерного черчения Физика твердого тела Физика конденсированного состояния компьютерное моделирование физических явлений Компьютерное моделирование физических процессов Имитационное моделирование Классическая механика Аналитическая механика Статистическая физика Статистические методы в физике и термодинамике Практикум по решению физических задач (методика обучения) практикум по решению олимпиадных физических задач Радиотехника Электроника Астрономия Астрофизика Инженерное проектирование и дизайн Трехмерное моделирование Охрана труда и техника безопасности на</p>			
--	--	---	--	--	--

		<p>производстве и в школе</p> <p>Актуальные вопросы охраны труда и техники безопасности на производстве и в школе</p> <p>Техническое моделирование</p> <p>Современное техническое моделирование</p> <p>Элементарная физика</p> <p>Инклюзивное образование в Красноярском крае</p> <p>Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности</p> <p>Педагогическая практика</p> <p>Преддипломная практика</p> <p>Государственная итоговая аттестация</p>			
--	--	--	--	--	--

Компетенция	Этапы формирования компетенции	Дисциплины, практики участвующие в формировании компетенции	Тип контроля	Оценочное средство/КИМы	
				номер	форма
ПК-4 – способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных	Ориентировочный Когнитивный Праксиологический Рефлексивно-оценочный	Информационные технологии в образовании Естественнонаучная картина мира Педагогика Методика обучения физике	текущий контроль текущий контроль промежуточная аттестация промежуточная аттестация	5.1	Ответ на вопросы Задачи
				5.2	
				5.3	Контрольная экзамен
				5.4	

<p>результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов</p>		<p>Методика обучения технологии Современные технологии обучения Вводный курс физики Информатика Механика Электродинамика Оптика Молекулярная физика Теоретическая механика Материаловедение Современное производство Экономика Экономическая теория Квантовая физика Атомная физика Частные вопросы методики обучения физике Дополнительные главы теории и методики обучения физике Синергетика Цифровые образовательные ресурсы Теория относительности Квантовая механика Волновая механика Физика твердого тела Физика конденсированного состояния Классическая механика Аналитическая механика Статистическая физика Статистические методы в физике и термодинамике Практикум по решению физических задач (методика обучения) Практикум по решению</p>			
---	--	--	--	--	--

		олимпиадных физических задач Астрономия Астрофизика Охрана труда и техника безопасности на производстве и в школе Актуальные вопросы охраны труда и техники безопасности на производстве и в школе Профессиональная деятельность учителя физики Элементарная физика Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности Педагогическая практика Преддипломная практика			
--	--	---	--	--	--

Компетенция	Этапы формирования компетенции	Дисциплины, практики участвующие в формировании компетенции	Тип контроля	Оценочное средство/КИМы	
				номер	форма
ПК-7 – способность организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность, инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности преподаваемых учебных предметов	Ориентировочный Когнитивный Праксиологический Рефлексивно-оценочный	Естественнонаучная картина мира Методика обучения физике Методика обучения технологии Современные технологии обучения Вводный курс физики Механика Электродинамика Оптика Электротехника Молекулярная физика Практикумы по обработке материалов	текущий контроль текущий контроль промежуточная аттестация промежуточная аттестация	5.1	Ответ на вопросы
				5.2	Задачи
				5.3	Контрольная
				5.4	экзамен

		<p> Квантовая физика Атомная физика Квантовая механика Волновая механика Графика Системы компьютерного черчения Физика твердого тела Физика конденсированного состояния Компьютерное моделирование физических явлений Компьютерное моделирование физических процессов Имитационное моделирование Классическая механика Аналитическая механика Статистическая физика Статистические методы в физике и термодинамике Практикум по решению физических задач (методика обучения) Практикум по решению олимпиадных физических задач Радиотехника Электроника Астрономия Астрофизика Инженерное проектирование и дизайн Трехмерное моделирование Ведение домашнего хозяйства Инженерные коммуникации в доме Элементарная физика Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в </p>			
--	--	---	--	--	--

		том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности Педагогическая практика Преддипломная практика Государственная итоговая аттестация			
--	--	--	--	--	--

Компетенция	Этапы формирования компетенции	Дисциплины, практики участвующие в формировании компетенции	Тип контроля	Оценочное средство/КИМы	
				номер	форма
ПК-10 – способность проектировать траектории своего профессионального роста и личностного развития	Ориентировочный Когнитивный Праксиологический Рефлексивно-оценочный	Информационная культура Вводный курс физики Механика Электродинамика Оптика Молекулярная физика Современное производство Экономика Экономическая теория Квантовая физика Атомная физика Частные вопросы методики обучения физике Дополнительные главы теории и методики обучения физике Квантовая механика Волновая механика Графика Системы компьютерного черчения Физика твердого тела Физика конденсированного состояния Классическая механика	текущий контроль	5.1	Ответ на вопросы
			текущий контроль	5.2	Задачи
			промежуточная аттестация	5.3	Контрольная
			промежуточная аттестация	5.4	экзамен

		Аналитическая механика Статистическая физика Статистические методы в физике и термодинамике Практикум по решению физических задач (методика обучения) Практикум по решению олимпиадных физических задач Астрономия Астрофизика Инженерное проектирование и дизайн Трехмерное моделирование Элементарная физика Педагогическая практика Преддипломная практика Государственная итоговая аттестация			
--	--	---	--	--	--

Компетенция	Этапы формирования компетенции	Дисциплины, практики участвующие в формировании компетенции	Тип контроля	Оценочное средство/КИМы	
				номер	форма
ПК-11 – готовность использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования	Ориентировочный Когнитивный Праксиологический Рефлексивно-оценочный	Естественнонаучная картина мира Методика обучения физике Информационная культура Основы научной деятельности студента Современные технологии обучения Вводный курс физики Информатика Технологии малого бизнеса Механика Электродинамика Оптика Электротехника Молекулярная физика Практикумы по обработке материалов Основы робототехники Основы теории прочности Материаловедение Основы систем разработки виртуальных приборов Основы систем инженерных виртуальных инструментов Уравнения математической физики Математическая физика Квантовая физика Атомная физика Синергетика Цифровые образовательные ресурсы Теория относительности Квантовая механика Волновая механика	текущий контроль	5.1	Ответ на вопросы
			текущий контроль	5.2	Задачи
			промежуточная аттестация	5.3	Контрольная
			промежуточная аттестация	5.4	экзамен

		<p>Графика Системы компьютерного черчения Физика твердого тела Физика конденсированного состояния Компьютерное моделирование физических явлений Компьютерное моделирование физических процессов имитационное моделирование Классическая механика Аналитическая механика Статистическая физика Статистические методы в физике и термодинамике Радиотехника Электроника Астрономия Астрофизика Инженерное проектирование и дизайн Трехмерное моделирование Ведение домашнего хозяйства Инженерные коммуникации в доме Элементарная физика Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно- исследовательской деятельности Педагогическая Государственная итоговая аттестация</p>			
--	--	---	--	--	--

3. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации

3.1. Фонды оценочных средств включают: *Вопросы к экзамену, Вопросы для самостоятельной работы, Задачи для самостоятельной работы, Контрольные работы.*

3.2. Оценочные средства

3.2.1. Оценочное средство *Вопросы к экзамену*

Критерии оценивания по оценочному средству *Вопросы к экзамену*

компетенции	сформированности компетенций	сформированности компетенций	сформированности компетенций
	(87-100 баллов) отлично	(73-86 баллов) хорошо	(60-72 баллов) удовлетворительно
ОК-3, ОПК-3, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-11	Ответ на вопросы экзаменационного билета полный, правильный, показывает, что обучающийся правильно и исчерпывающе раскрывает содержание вопросов, конкретизирует их фактическим материалом.	Ответ на вопросы экзаменационного билета удовлетворяет уже названным требованиям, но есть неточности в изложении фактов, определении понятий, объяснении взаимосвязей. Однако, обучающийся может легко устранить неточности по дополнительным и наводящим вопросам преподавателя.	Ответ на вопрос экзаменационного билета в целом правильный, но нечетко формулируются понятия, имеют место затруднения в самостоятельном объяснении взаимосвязей, непоследовательно излагается материал

* Менее 60 баллов – компетенция не сформирована.

3.2.2. Оценочное средство *Контрольные работы*

Критерии оценивания по оценочному средству *Контрольные работы*

Формируемые компетенции	Высокий уровень сформированности компетенций	Продвинутый уровень сформированности компетенций	Базовый уровень сформированности компетенций
	(87-100 баллов) отлично/зачтено	(73-86 баллов) хорошо /зачтено	(60-72 баллов) удовлетворительно/зачтено
ОК-3, ОПК-3, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-11	18-20 верно решенных контрольных заданий (задач)	15 –17 верно решенных контрольных заданий (задач)	10 –14 верно решенных контрольных заданий (задач)
Максимальный балл в 2 модулях	28 (100% для данного оценочного средства)		

* Менее 60 баллов – компетенция не сформирована.

4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости

4.1. Фонды оценочных средств включают: *Перечень вопросов для самостоятельной работы, Задачи для самостоятельного решения* (в соответствии с Технологической картой рейтинга дисциплины Рабочей программы дисциплины).

4.2.1. Критерии оценивания по оценочному средству *Перечень вопросов для самостоятельной работы*. Критерии оценивания

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Студент свободно владеет содержанием заданной темы, ясно и грамотно излагает материал, четко отвечает на дополнительные вопросы	2
Студент хорошо владеет содержанием заданной темы, последовательно излагает материал, затрудняется ответить на некоторые дополнительные вопросы	1
Студент плохо владеет содержанием, излагает материал не последовательно, затрудняется ответить на большинство вопросов	0
Максимальный балл в двух модулях	6

4.2.2. Критерии оценивания по оценочному средству *Задачи для самостоятельного решения*

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Задача решена полностью без консультации с преподавателем	2
Задача решена полностью после консультации с преподавателем	1
Задача решена не верно	0
Максимальный балл за все задачи (20 задач)	38

5. Оценочные средства (контрольно-измерительные материалы)

5.1. Перечень вопросов для самостоятельной работы

1. Что такое оператор? Примеры.
2. Область определения оператора.
3. Как произведение операторов действует на функцию?
4. Определение коммутатора.
5. Какие операторы используются в квантовой механике?
6. Линейность оператора. Примеры.
7. Самосопряженность (эрмитовость) оператора.
8. Операторное уравнение.
9. Собственное значение оператора.
10. Спектр собственных значений. Примеры.
11. Собственная функция.

12. Теорема о собственных значениях самосопряженного оператора.
13. Теорема об ортогональности собственных функций.
14. Ортонормированность собственных функций.
15. Вырождение. Кратность вырождения.
16. Теорема о линейной комбинации вырожденных функций.
17. Теоремы для операторов, имеющих общую систему собственных функций.
18. Теорема для коммутирующих операторов.
19. Постулат квантовой механики о собственных значениях оператора.
20. Гипотеза Планка. 1900 г.
21. Гипотеза Эйнштейна. 1905 г.
22. Эффект Комптона.
23. Опыты Резерфорда.
24. Постулаты Бора.
25. Опыты Франка и Герца.
26. Корпускулярно-волновой дуализм.
27. Дифракция электронов.
28. Волны де Бройля.
29. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.
30. Стационарное уравнение Шредингера.
31. Плотность вероятности. Вероятность.
32. Принцип суперпозиции.
33. Физический смысл квадрата модуля амплитуд $|c_n|^2$.
34. Среднее значение физической величины.
35. Теорема о среднем значении физической величины.
36. Операторы координаты и импульса, коммутационные соотношения.
37. Собственные значения и собственные функции оператора проекции импульса
38. Дельта-функция Дирака.
39. Коммутационные соотношения для операторов M_x, M_y, M_z .
40. Оператор проекции момента импульса M_z в сферических координатах.
41. Оператор проекции момента импульса M^2 в сферических координатах.
42. Сферические функции.
43. Полиномы Лежандра.
44. Собственные значения и собственные функции оператора M_z .
45. Собственные значения и собственные функции оператора кинетической энергии.
46. Оператор полной энергии частицы.
47. Гамильтониан частицы в электромагнитном поле.
48. Гамильтониан системы частиц.
49. Принцип причинности в квантовой механике.
50. Нестационарное уравнение Шредингера.
51. Плотность вероятности, вектор плотности потока вероятности.
52. Уравнение непрерывности в квантовой механике.
53. Производная среднего значения физической величины.
54. Производная оператора по времени. Уравнение движения.
55. Понятие интеграла движения.
56. Интегралы движения и законы сохранения.
57. Связь между операторами скорости и импульса.
58. Связь между операторами импульса и силы.
59. Теоремы Эренфеста.

60. Принцип соответствия.
61. Функция действия в механике.
62. Выражение волновой функции через функцию действия.
63. Уравнение Гамильтона-Якоби.
64. Предельный переход к классической механике.
65. Теорема о сохранении динамической переменной.
66. Оператор смещения во времени.
67. Следствие однородности времени?
68. Что означает инвариантность оператора полной энергии?
69. Оператор сдвига в пространстве.
70. Следствие однородности пространства?
71. Оператор поворота.
72. Следствие изотропии пространства?
73. Уравнение Шредингера для частицы в потенциальной яме.
74. Условия "сшивки" волновых функций.
75. E в случае $U \rightarrow \infty$.
76. Волновая функция частицы в прямоугольной яме.
77. Квадрат модуля волновой функции частицы в прямоугольной яме.
78. Уравнение Шредингера для потенциального барьера.
79. Условия "сшивки" волновой функции в случае потенциального барьера.
80. Коэффициент прозрачности (прохождения).
81. Туннельный эффект.
82. Надбарьерное отражение.
83. Радиальное уравнение Шредингера.
84. Энергетический спектр атома водорода.
85. Волновые функции в случае атома водорода.
86. Классификация состояний с помощью квантовых чисел.

5.2. Задачи для самостоятельного решения

ОПЕРАТОРЫ В КВАНТОВОЙ МЕХАНИКЕ

§ 1. Основные понятия теории линейных операторов

1.1. Рассмотреть следующие операторы ($-\infty < x < +\infty$):

а) отражения $I: I\Psi(x) \equiv \Psi(-x)$;

б) сдвига $T_a: T_a\Psi(x) \equiv \Psi(x+a)$;

в) изменения масштаба $\hat{M}_c: \hat{M}_c\Psi(x) \equiv \sqrt{c}\Psi(cx)$, $c > 0$;

г) комплексного сопряжения $K: K\Psi(x) \equiv \Psi^*(x)$.

Являются ли эти операторы линейными?

Найти вид операторов, которые по отношению к указанным являются: транспонированными, комплексно сопряженными, эрмитово сопряженными, обратными.

1.2. Для указанных ниже операторов найти операторы, которые по отношению к ним являются транспонированными, комплексно сопряженными, эрмитово сопряженными:

а) id/dx , $-\infty < x < +\infty$;

б) $id/\partial r$, r — радиальная переменная сферической системы координат ($0 \leq r < \infty$)

§ 2. Собственные функции, собственные значения, средние

1.19. В состоянии, описываемом волновой функцией вида

$$\Psi(x) = C \exp\left[\frac{ip_0x}{\hbar} - \frac{(x-x_0)^2}{2a^2}\right],$$

где p_0, x_0, a — вещественные параметры, найти функцию распределения по координатам частицы. Определить средние значения и флуктуации координаты и импульса частицы.

1.20. Волновая функция состояния частицы имеет вид

$$\Psi(x) = C \exp(ip_0x/\hbar) \varphi(x),$$

$\varphi(x)$ — вещественная функция. Показать, что p_0 — средний импульс частицы в рассматриваемом состоянии.

1.21. Показать, что среднее значение дипольного момента системы заряженных частиц в состоянии, характеризующемся определенной четностью, равно нулю.

1.31. В состоянии квантовомеханической системы, описываемом волновой функцией Ψ_A , физическая величина A имеет определенное значение. Имеет ли в этом состоянии определенное значение также и величина B в случаях, если операторы \hat{A} и \hat{B} :
а) не коммутируют; б) коммутируют?

1.32. Показать, что операторы компонент радиуса-вектора $\hat{\mathbf{r}}$ и импульса $\hat{\mathbf{p}}$ частицы антикоммутируют с оператором отражения \hat{I} , а операторы компонент момента $\hat{\mathbf{L}}$ коммутируют с \hat{I} .

ОДНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ

§ 1. Стационарные состояния дискретного спектра

2.1. Найти энергетические уровни и нормированные волновые функции стационарных состояний частицы в бесконечно глубокой потенциальной яме ширины a , т. е.

$$U(x) = \begin{cases} 0, & 0 < x < a, \\ \infty, & x < 0, \quad x > a. \end{cases}$$

Выяснить свойства симметрии полученных функций при инверсии координат относительно центра ямы (преобразование вида $x \rightarrow x' = -x + a$).

2.2. В стационарных состояниях частицы из предыдущей задачи найти функцию распределения по координатам и импульсам частицы, средние значения этих величин и их флуктуации.

2.3. Найти среднюю кинетическую энергию и ее флуктуацию в стационарных состояниях из 2.1.

2.4. Состояние частицы в бесконечно глубокой потенциальной яме ширины a ($0 < x < a$) описывается волновой функцией вида:

$$a) \Psi(x) = Ax(x - a); \quad б) \Psi(x) = B \sin^2(\pi x/a).$$

Найти распределение вероятностей различных значений энергии частицы, среднее значение и среднюю квадратичную флуктуацию энергии.

§ 2. Состояния непрерывного спектра. Прохождение через потенциальные барьеры

2.43. Для свободной частицы, движение которой ограничено непроницаемой стенкой, т. е.

$$U(x) = \begin{cases} \infty, & x < 0, \\ 0, & x > 0, \end{cases}$$

найти волновые функции стационарных состояний. Нормировать их на δ -функцию по энергии. Убедиться в полноте полученной системы функций на интервале $x > 0$.

2.44. Найти волновые функции стационарных состояний частицы в поле (рис. 10)

$$U(x) = \begin{cases} 0, & x < 0, \\ U_0, & x > 0 \quad (U_0 > 0), \end{cases}$$

для случая, когда энергия частицы E меньше высоты потенциальной стенки U_0 . Убедиться в ортогональности полученных функций и нормировать их на δ -функцию по энергии. Образуют ли полученные функции полную систему?

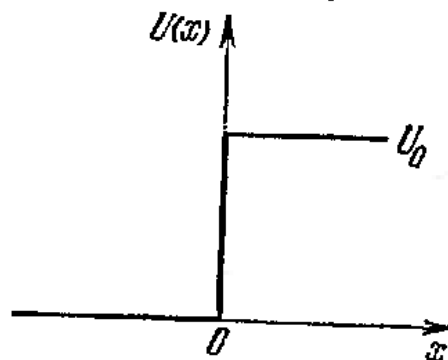


Рис. 10.

2.48. Найти коэффициент прохождения частиц через прямоугольный потенциальный барьер (рис. 12)

$$U(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \text{ и } x > a, \\ U_0, & 0 < x < a \quad (U_0 > 0). \end{cases}$$

Специально обсудить следующие частные случаи:

- а) $E \rightarrow \infty$ (фактически $E \gg U_0$);
- б) случай барьера малой прозрачности $(U_0 - E)ma^2/\hbar^2 \gg 1$;
- в) $E \rightarrow 0$ (фактически $E \ll ma^2U_0^2/\hbar^2$ и $E \ll U_0$);
- г) $ma^2U_0/\hbar^2 \ll 1$ и $ma^2E/\hbar^2 \ll 1$.

3.2. Дать простую интерпретацию коммутативности операторов проекций импульса и некоммутируемости операторов проекций момента импульса, исходя из кинематического смысла этих операторов, связанного с бесконечно малыми переносами и поворотами.

3.3. Показать, что равенство $L^2 = l(l+1)$ получается с помощью элементарных формул теории вероятностей, исходя из того, что возможные проекции момента на произвольную ось равны m ($m = -l, -l+1, \dots, l$) и все эти значения проекции момента равновероятны, а оси равноправны.

3.35. Каков спектр физической величины, представляющей собой квадрат векторного произведения двух моментов l_1 и l_2 ?

4.8. Найти энергетические уровни и волновые функции стационарных состояний частицы в бесконечно глубокой двумерной потенциальной яме

$$U(\rho) = \begin{cases} 0, & \rho \leq a, \\ \infty, & \rho > a. \end{cases}$$

4.30. Найти среднее электрическое поле атома водорода в $2p$ -состоянии с определенным значением $m = 0$ проекции момента электрона на ось z на больших расстояниях от атома.

4.31. Найти среднее электрическое поле и его флуктуацию (флуктуацию компонент поля) на больших расстояниях от атома водорода, находящегося в основном состоянии.

Обратить внимание на характер убывания найденных величин с увеличением расстояния.

§ 1. Формализм спина $s = 1/2$

5.1. Для частицы со спином $s = 1/2$ найти из решения задачи на собственные функции и соответствующие значения спиновые функции Ψ_{s_z} ($l = 1, 2, 3$), описывающие состояния частицы с определенной проекцией спина на оси x, y, z системы координат.

5.3. Найти собственные значения оператора $f = a + b\hat{\sigma}$ (a — число, b — обычный вектор, $\hat{\sigma}$ — матрицы Паули).

5.4. Могут ли квадраты проекций электронного спина на оси x, y, z иметь одновременно определенные значения?

§ 1. Бесспиновая заряженная частица в магнитном поле

6.1. Показать, что при определенной калибровке векторного потенциала гамильтониан заряженной частицы в магнитном поле *)

$$\hat{H} = \frac{1}{2\mu} \left(\hat{p} - \frac{e}{c} \mathbf{A}(\mathbf{r}) \right)^2$$

можно представить в виде

$$\hat{H} = \frac{\hat{p}^2}{2\mu} - \frac{e}{\mu c} \mathbf{A} \hat{p} + \frac{e^2}{2\mu c^2} \mathbf{A}^2.$$

7.18. Гармонический осциллятор при $t=0$ находится в состоянии, описываемом волновой функцией вида

$$\Psi(x, t=0) = A \exp \left[-\frac{(x-x_0)^2}{2a^2} + \frac{ip_0 x}{\hbar} \right],$$

где $a = (\hbar/m\omega)^{1/2}$. Найти изменение состояния осциллятора во времени и следующие средние: $\overline{x(t)}$, $\overline{p(t)}$, $\overline{(\Delta x(t))^2}$, $\overline{(\Delta p(t))^2}$

§ 1. Стационарная теория возмущений

8.1. Для частицы, находящейся в бесконечно глубокой потенциальной яме ширины a ($0 < x < a$), найти в первом

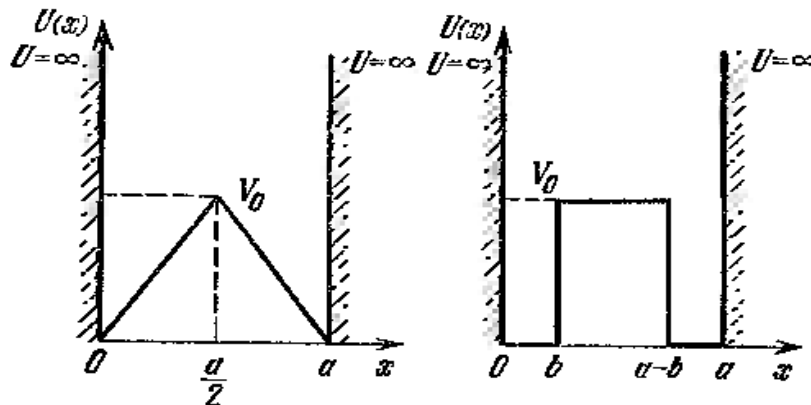


Рис. 16.

порядке теории возмущений смещение энергетических уровней под действием возмущения вида (рис. 16):

а) $V(x) = \frac{V_0}{a} (a - |2x - a|);$

б) $V(x) = \begin{cases} V_0, & b < x < a - b, \\ 0, & 0 < x < b, \quad a - b < x < a. \end{cases}$

Указать условия применимости полученного результата,

10.5. Три тождественных бозона со спином $s = 1$ находятся в одинаковых орбитальных состояниях, описываемых волновыми функциями $\varphi(\mathbf{r})$. Написать нормированные волновые функции возможных независимых состояний системы указанного вида с учетом спиновых степеней свободы. Каково число таких состояний?

10.6. Три одинаковых, слабо взаимодействующих друг с другом бозона со спином $s = 0$ находятся в стационарных состояниях с одинаковыми квантовыми числами n , и l , причем $l = 1$, в некотором центральном поле. Каково число различных состояний системы указанного вида?

10.12. Как известно, в задаче двух тел движение центра масс и относительное движение независимы. Убедиться в том, что условие симметрии волновой функции системы тождественных частиц по отношению к их перестановке не нарушает этой независимости.

8.4. Представим гамильтониан осциллятора в виде

$$\hat{H} = \frac{\hat{p}^2}{2m} + \frac{kx^2}{2} + \frac{\alpha x^2}{2}.$$

Рассматривая формально слагаемое $\alpha x^2/2$ как возмущение, рассчитать в первых двух порядках теории возмущений сдвиг энергетических уровней осциллятора. Ответ сравнить с точным решением. Каково условие сходимости ряда теории возмущений?

5.3. Контрольные работы (примеры контрольных заданий)

1. Определить уровни энергии и нормированные волновые функции частицы, находящейся в «потенциальном ящике». Потенциальная энергия частицы $V = \infty$ при $x < 0$ и при $x > a$,

$$V = 0 \quad \text{при} \quad 0 < x < a.$$

2. Показать, что для частицы, находящейся в «потенциальном ящике» (см. предыдущую задачу), имеют место соотношения:

$$\bar{x} = \frac{1}{2} a, \quad \overline{(x - \bar{x})^2} = \frac{a^2}{12} \left(1 - \frac{6}{n^2 \pi^2} \right).$$

Доказать, что для больших значений n последний результат совпадает с соответствующим классическим.

7. Частица движется в потенциальном поле $V(x) = \frac{\mu\omega^2 x^2}{2}$.
 Определить вероятность нахождения частицы вне классических границ для основного состояния.

16. Определить зоны разрешенной энергии для частицы, движущейся в периодическом потенциальном поле, изобра-

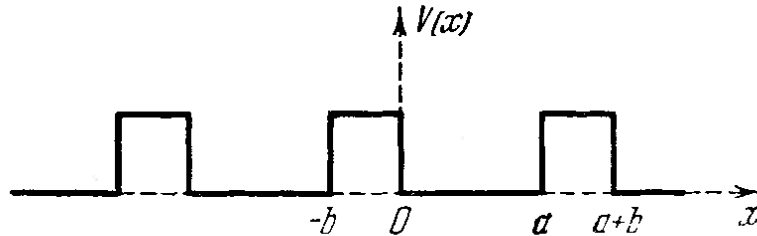


Рис. 5.

женном на рис. 5. Исследовать предельный случай $V_0 \rightarrow \infty$, $b \rightarrow 0$ при условии, что

$$V_0 b = \text{const.}$$

1. При изучении эмиссии электронов металлами необходимо принять во внимание то обстоятельство, что электроны с энергией, достаточной для выхода из металла, согласно квантовой механике, могут отражаться от границы металла. Рассматривая одномерную модель с потенциалом $V = -V_0$

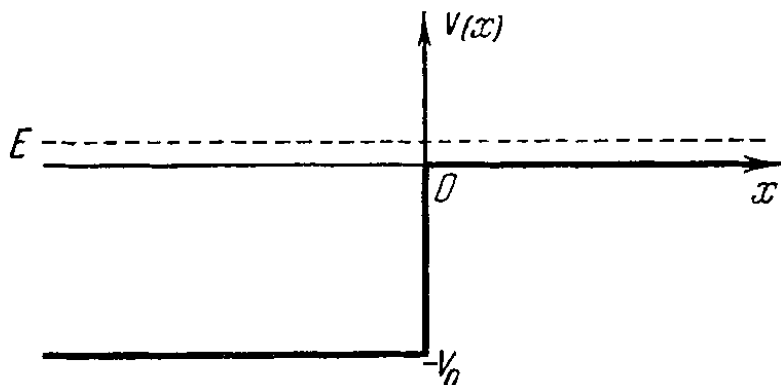


Рис. 6.

при $x < 0$ (внутри металла) и $V = 0$ при $x > 0$ (вне металла) (рис. 6), определить коэффициент отражения электрона с энергией $E > 0$ от поверхности металла.

7. Какой физический смысл имеет величина p_0 в выражении волновой функции

$$\psi(x) = \varphi(x) e^{\frac{ip_0 x}{\hbar}},$$

если функция $\varphi(x)$ действительна.

10. Найти изменение волновой функции, заданной в момент времени $t = 0$ (расплывание волнового пакета):

а) свободное движение

$$\psi(r, 0) = \frac{1}{(\pi\delta^2)^{3/4}} \exp\left\{\frac{ip_0 r}{\hbar} - \frac{r^2}{2\delta^2}\right\};$$

б) движение в однородном поле

$$\psi(r, 0) = \frac{1}{(\pi\delta^2)^{3/4}} \exp\left\{\frac{ip_0 r}{\hbar} - \frac{r^2}{2\delta^2}\right\};$$

в) движение частицы в потенциальном поле $V = \frac{\mu\omega^2 x^2}{2}$

$$\psi(x, 0) = c \exp\left\{\frac{ip_0 x}{\hbar} - \frac{\alpha^2 (x - x_0)^2}{2}\right\}, \quad \alpha = \left(\frac{\mu\omega}{\hbar}\right)^{1/2}.$$

39. Система состоит из двух частиц. Спин одной равен $1/2$, другой 0. Показать, что при любом законе взаимодействия этих частиц орбитальный момент количества движения является сохраняющейся величиной.

5.4. Вопросы к экзамену

1. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.
2. Вероятностный характер поведения микрочастиц (переменные описания).
3. Понятие об операторе. Свойства операторов, используемых в квантовой механике.
4. Стационарное уравнение Шредингера.
5. Среднее значение физических величин.
6. Операторы координат и импульсов микрочастиц.
7. Оператор момента импульса.
8. Гамильтониан системы взаимодействующих частиц, (общий случай, парные взаимодействия, кулоновское взаимодействие)
9. Принцип причинности в квантовой механике.
10. Вектор плотности потока вероятности.
11. Изменение во времени средних значений физических величин. Теорема Эренфеста.
12. Динамические уравнения и законы сохранения.
13. Связь законов сохранения в квантовой механике со свойствами симметрии пространства-времени.
14. Частица в потенциальной яме.
15. Прохождение микрочастицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.
16. Гармонический осциллятор

17. Интенсивность дипольного излучения.
18. Частица в центрально-симметричном поле. Водородоподобный атом.
19. Спин. Оператор спина.
20. Системы тождественных частиц. Принцип тождественности. Принцип Паули.
21. Атом во внешнем поле. Эффект Зеемана.
22. Вероятности перехода под действием внешнего возмущения.
23. Правила отбора для излучения и поглощения света атомом.
24. Соотношение неопределенностей для энергии и времени. Естественная ширина уровней.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дополнения и изменения в рабочей программе на 2018/2019 учебный год


В РПД вносятся следующие изменения:

1. Список литературы обновлен учебными и учебно-методическими изданиями, электронными образовательными ресурсами. Обновлен перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем.
2. В фонд оценочных средств внесены изменения в соответствии приказом «Об утверждении Положения о фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой (государственной итоговой) аттестации» от 28.04.2018 №297 (п)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры физики и методики обучения физике 20.05.2018 г. протокол № 7.

Внесенные изменения утверждаю:

Заведующий кафедрой ФиМОФ


_____ В.И. Тесленко

Одобрено НМС ИМФИ
Протокол № 7 от 20.05.2018 г.
Председатель НМС ИМФИ


_____ С.В. Бортоновский

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения рабочей программы на 2018/2019 учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. На титульном листе РПД и ФОС изменено название ведомственной принадлежности «Министерство науки и высшего образования» на основании приказа «о внесении изменений в сведения о КГПУ им. В.П. Астафьева» от 15.07.2018 № 457 (п).

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 2019/2020 учебный год


В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:

1. Список литературы обновлен учебными и учебно-методическими изданиями, электронными образовательными ресурсами. Обновлен перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем.
2. Обновлена карта баз практик для проведения практики в 3 семестре.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры физики и методики обучения физике 11.04.2019 г. протокол № 8.

Внесенные изменения утверждаю:

Заведующий кафедрой ФиМОФ


_____ В.И. Тесленко

Одобрено НМС ИМФИ
Протокол № 8 от 16.05.2019 г.
Председатель НМС ИМФИ


_____ С.В. Бортновский

КАРТА ЛИТЕРАТУРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

(включая электронные ресурсы)

Квантовая физика

Для обучающихся образовательной программы

Уровень бакалавриата, 44.03.01 Педагогическое образование

Физика, очная форма

№ п/п	Наименование	Место хранения/электронный адрес	Количество экземпляров/точек доступа
Основная литература			
1	Р. Фейнман , Фейнмановские лекции по физике [Текст] : курс лекций. Вып. 8,9. Квантовая механика / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс; Пер. с англ. Г. И. Копылова, Ред. Я. А. Смородинского. - 2-е изд. - М. : Мир, 1978. - 524 с. -	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	53
2	Соколов, А. А. Квантовая механика [Текст]: учебное пособие / А. А. Соколов, И. М. Тернов, В. Ч. Жуковский. - М. : Наука, 1979. - 528 с	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	18
3	Фейнман, Р. Задачи и упражнения с ответами и решениями [Текст] : сборник задач / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс; ред. А. П. Леванюка. - М. : Мир, 1969. - 624 с. - (Фейнмановские лекции по физике).	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	24
4	Аплеснин, Сергей Степанович. Задачи и тесты по оптике и квантовой механике [Текст] : учебное пособие / С. С. Аплеснин, Л. И. Чернышова, Н. В. Филенкова. - СПб. : Лань, 2012. - 336 с.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	20
5	Ведринский, Р.В. Квантовая механика : учебник / Р.В. Ведринский ; Федеральное агентство по образованию Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южный федеральный университет".	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	Индивидуальный неограниченный доступ

№ п/п	Наименование	Место хранения/электронный адрес	Количество экземпляров/точек доступа
	- Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2009. - 384 с. - библиогр. с: С. 382 - ISBN 978-5-9275-0706-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240937		
Дополнительная литература			
1	Балашов, Всеволод Вячеславович. Курс квантовой механики [Текст] : учебное пособие для студентов физ. спец. вузов / В. В. Балашов, В. К. Долинов. - М. : Изд-во Моск. ун-та, 1982. - 280 с.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	5
2	Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики [Текст] : в 3-х т. / И. В. Савельев. - СПб. : Лань. - ISBN 978-5-8114-0629-6. Т. 3 : Квантовая физика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц : учебник. - 9-е изд., стер. - 2008	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	6
3	Мигдал, Аркадий Бенедиктович. Квантовая физика для больших и маленьких [Текст] : научно-популярная литература / А. Б. Мигдал. - М. : Наука, 1989.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	43
Ресурсы сети Интернет			
	Давыдов А.С. Квантовая механика М : Наука 1973	http://nuclphys.sinp.msu.ru/books/qm/index.html	Свободный доступ
1	Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Краткий курс теоретической физики. М.: Наука . т.2. 1972.	http://www.ph4s.ru/kurs_teor_ph.html	Свободный доступ
2	Флюгге З. Задачи по квантовой механике. Том 1. М.: Мир, 1974 Флюгге З. Задачи по квантовой механике. Том 2. М.: Мир, 1974	http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/quantum	Свободный доступ

№ п/п	Наименование	Место хранения/электронный адрес	Количество экземпляров/точек доступа
3	Гольдин Л.Л, Новикова Г.И. Квантовая физика. Вводный курс .-М.: ИКИ, 2002	http://nuclphys.sinp.msu.ru/books/qm/index.html	Свободный доступ
4	Трейман С. Этот странный квантовый мир. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002	http://nuclphys.sinp.msu.ru/books/pop/044.htm	Свободный доступ
5	Журнал «Успехи физических наук»	https://ufn.ru/	Свободный доступ
6	Мултановский В.В. Курс теоретической физики. Т.2. М., 1988.	http://www.ph4s.ru/kurs_teor_ph.html	Свободный доступ
7	Блохинцев Д.Д. Основы квантовой механики, М: Наука 1976.	http://nuclphys.sinp.msu.ru/books/qm/index.html	Свободный доступ
8	Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая Механика.-М.: Наука, 2001.	http://www.ph4s.ru/kurs_teor_ph.html	Свободный доступ
9	А. Мессиа. Квантовая механика. т.1 ,т.2, М:Наука, 1978, 1979	http://nuclphys.sinp.msu.ru/books/qm/index.html	Свободный доступ
10	Ресурсы сети Интернет по различным разделам физики	http://nuclphys.sinp.msu.ru/books/ http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics http://www.ph4s.ru/kurs_teor_ph.html http://www.eduspb.com/node/2331	Свободный доступ
Информационные справочные системы и профессиональные базы данных			
1	Гарант [Электронный ресурс]: информационно-правовое обеспечение : справочная правовая система. – Москва, 1992– .	Научная библиотека	локальная сеть вуза

№ п/п	Наименование	Место хранения/электронный адрес	Количество экземпляров/точек доступа
2	Elibrary.ru [Электронный ресурс] : электронная библиотечная система : база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию / Рос. информ. портал. – Москва, 2000– . – Режим доступа: http://elibrary.ru .	http://elibrary.ru	Свободный доступ
3	East View : универсальные базы данных [Электронный ресурс] : периодика России, Украины и стран СНГ . – Электрон.дан. – ООО ИВИС. – 2011 - .	https://dlib.eastview.com/	Индивидуальный неограниченный доступ
4	Межвузовская электронная библиотека (МЭБ)	https://icdlib.nspu.ru/	Индивидуальный неограниченный доступ

Согласовано:

Главный библиотекарь /  Фортова А.А.
(должность структурного подразделения) (подпись) (Фамилия И.О)

Карта материально-технической базы рабочей программы дисциплины

Физика конденсированного состояния

для обучающихся образовательной программы
44.03.05 Педагогическое образование
квалификация (степень) «Бакалавр»

Направленность (профиль) образовательной программы «Физика и технология»
по очной форме обучения

Аудитория	Оборудование (наглядные пособия, макеты, модели, лабораторное оборудование, компьютеры, интерактивные доски, проекторы, программное обеспечение)
для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	
г. Красноярск, ул. Перенсона, д.7, ауд. № 2-11	Учебная доска-1шт., проектор-1шт., компьютер-1шт., маркерная доска-1шт., демонстрационный стол-1шт. ПО: Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)
г. Красноярск, ул. Перенсона, д.7, ауд. № 3-11	Учебная доска-1шт., проектор-1шт., компьютер-1шт., демонстрационный стол-1шт. ПО: Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)
г. Красноярск, ул. Перенсона, д.7, ауд. № 4-03	Стекло́нная доска-1шт., компьютер-4 шт., оборудование для молекулярной и атомной физике Альт Образование 8 (лицензия № ААО.0006.00, договор № ДС 14-2017 от

	27.12.2017
г. Красноярск, ул. Перенсона, д.7, ауд. № 4-02	Компьютер -1шт., проектор-1шт., интерактивная доска-1шт., маркерная доска-1шт., учебная доска-1шт ПО: Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)
г. Красноярск, ул. Перенсона, д.7, ауд. № 4-01	Учебная доска-1шт. ПО: нет
для самостоятельной работы	
г. Красноярск, ул. Перенсона, д.7, ауд.1-01 Отраслевая библиотека	Копир-1шт. ПО: Нет
г. Красноярск, ул. Перенсона, д.7, ауд. 1-02 Читальный зал	Компьютер-10 шт, принтер-1шт ПО: Альт Образование 8 (лицензия № ААО.0006.00, договор № ДС 14-2017 от 27.12.2017
г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д. 89, ауд 1-05 Центр самостоятельной работы	компьютер- 15 шт., МФУ-5 шт. ноутбук-10 шт. ПО: Microsoft® Windows® Home 10 Russian OLP NL AcademicEdition Legalization GetGenuine (ОЕМ лицензия, контракт № Tr000058029 от 27.11.2015); Kaspersky Endpoint Security – Лиц сертификат №1B08-190415-050007-883- 951; 7-Zip - (Свободная лицензия GPL); Adobe Acrobat Reader – (Свободная лицензия); Google Chrome – (Свободная лицензия); Mozilla Firefox – (Свободная лицензия); LibreOffice – (Свободная лицензия GPL);

	<p>XpView – (Свободная лицензия); Java – (Свободная лицензия); VLC – (Свободная лицензия). Гарант - (договор № КРС000772 от 21.09.2018) КонсультантПлюс (договор № 20087400211 от 30.06.2016) Альт Образование 8 (лицензия № ААО.0006.00, договор № ДС 14-2017 от 27.12.2017)</p>
--	---