



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

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета

/Н.М. Буднев
«20» апреля 2024 г.



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.02.01 Специальный практикум по квантовой механике

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки: Фундаментальная физика

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Форма обучения: Очная

Согласовано с УМК физического факультета
Протокол №42 от «15» апреля 2024 г.

Председатель


Н.М.Буднев

Рекомендовано кафедрой:
Протокол №7
От «15» марта 2024 г.

И.о. зав. кафедрой


С.В. Ловцов

Иркутск 2024 г.

Содержание

I. Цели и задачи дисциплины (модуля).....	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП:.....	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины:.....	4
IV. Содержание и структура дисциплины (модуля).....	4
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов.....	4
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	5
4.3. Содержание учебного материала.....	5
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.....	6
4.3.2. План самостоятельной работы студентов.....	7
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	8
4.5. Примерная тематика курсовых работ.....	9
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:.....	9
а) список литературы.....	9
б) периодические издания.....	10
в) список авторских методических разработок.....	10
г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	10
VII. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	10
VII. Образовательные технологии:.....	10
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации.....	11
Приложение: фонд оценочных средств	

I. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цели курса

Квантовая теория является важной частью универсальной базы для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, вооружает выпускников необходимыми знаниями для решения научно-технических задач в теоретических и прикладных аспектах, знакомит студентов с научными методами познания, учит отличать гипотезу от теории и подчёркивает тесную связь теории и эксперимента. Эта дисциплина позволяет провести границу между научным и антинаучным подходом в изучении окружающего мира, позволяет научить строить физические модели происходящего и устанавливать связь между явлениями, прививает понимание причинно-следственной связи между явлениями.

Цель дисциплины «Спецпрактикум по квантовой механике» в 5 и 6 семестрах состоит в развитии и углублении квантово-механических представлений студентов об окружающем мире.

«Спецпрактикум по квантовой теории» является дополнение к дисциплине «Квантовая механика» и опирается на математический и теоретический материал этой дисциплины.

Задачи курса

- обучение качественному анализу поведения квантово-механических систем в одной и нескольких потенциальных ямах, переход через один и несколько барьеров;
- формирование навыков качественного представления развития квантово-механических систем, с которыми исследователю приходится сталкиваться при создании новой техники и новых технологий.

II. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Спецпрактикум по квантовой механике» относится к дисциплинам формируемым участниками образовательного процесса. Изучение курса проходит параллельно с изучением курса «Квантовая механика» и предполагает наличие полученных на предыдущем уровне образования основных знаний, умений и компетенций по дисциплинам «Дифференциальные уравнения», «Теоретическая механика», «Электродинамика», «Интегральные уравнения», «Теория функций комплексного переменного», «Теоретическая механика», «Линейные и нелинейные уравнения физики». Дисциплина «Спецпрактикум по квантовой механике» предоставляет качественную основу для последующих разделов курса теоретической физики «Физика конденсированного состояния», «Термодинамика и статистическая физика», «Введение в квантовую теорию поля», «Квантовая теория излучения», «Астрофизика высоких энергий», «Нейтринная астрофизика».

III. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: (ПК-1).

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

Компетенция	ПК-1: Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
Индикаторы компетенции	ИДК _{ПК 1.1} Применяет физико-математический аппарат в сфере своей профессиональной деятельности
Результаты обучения	Знает: основные методы решения задач, основные законы квантовой механики, отличие квантовой теории от классической, основные законы, уравнения, идеи и методы квантовой теории рассеяния; типы и характеристики фундаментальных взаимодействий. Умеет: решать основные уравнения квантовой механики; формулировать основные принципы квантовой теории и применять их к решению конкретных квантово-механических задач; применять идеи и уравнения для решения задачи рассеяния на различных потенциалах используя адекватные математические методы и приближения для анализа конкретных потенциалов взаимодействий; применять уравнения и методы для решения задач в области физики частиц, астрофизики высоких энергий и нейтринной астрофизики Владеет: математическим аппаратом, применяющемся в квантово-механическом подходе, навыками решения квантово-механических задач; навыками вычислений и оценок основных наблюдаемых характеристик процессов рассеяния: дифференциальных и полных сечений рассеяния, времен жизни, времени задержки, энергий связи, спектров распадов частиц и их пробегов в веществе.

IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов, в том числе 124 часа контактной работы.

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

На практическую подготовку отводится 104 часа.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

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

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекции	Семинарские /практические /лабораторные занятия	Консультации		
1	1-13	5	108	68		68	2	30	Практическое задание
		6	108	36		36	2	62	Практиче-

								ское задание
Итого:		216	104		104	4	92	

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
5	Тема 1-13	Задание в виде задачи	После пройденных тем	30	Демонстрация готовых решений	Источники из основной и дополнительной литературы по теме практических занятий; Образовательные ресурсы, доступные по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ.
6	Тема 14-21	Задание в виде задачи	После пройденных тем	62	Демонстрация готовых решений	

4.3. Содержание учебного материала

Раздел 1

Тема 1. Компьютерное моделирование квантово-механических процессов и систем. Использование программы «Квант».

Тема 2. Свободное движение. Стационарное состояние свободно движущейся частицы.

Тема 3. Свободное движение. Движение волнового пакета.

Тема 4. Свободное движение. Столкновение частицы с узкой ямой.

Тема 5. Столкновение с потенциальной ступенью.

Тема 6. Отражение от потенциальной ступеньки в квантовом и классическом случаях.

Тема 7. Столкновение волнового пакета с потенциальной ступенью.

Тема 8. Столкновение в размытой ступенью.

Тема 9. Уровень в мелкой яме. Имитация δ -ямы.

Тема 10. Прямоугольная яма с несколькими уровнями.

Тема 11. Ход уровней при расширении прямоугольной ямы.

Тема 12. Волновой пакет из уровней широкой прямоугольной ямы. Колебания на начальной стадии.

Тема 13. Плавный барьер.

Тема 14. Компьютерное моделирование процессов квантового рассеяния с использованием программы «Квант» О.А.Ткаченко, В.А.Ткаченко, Г.Л.Коткина.

Тема 15. Виртуальные уровни. Зависимости коэффициента пропускания $T(E, a, z)$.

Тема 16. Волновой пакет, настроенный на виртуальный уровень. Плотность его вероятности как функция x и t .

Тема 17. Рассеяние волнового пакета на потенциальной ступеньке.

Тема 18. Надбарьерные резонансы.

Тема 19. Волновой пакет и надбарьерный резонанс. Ширина пакета.

Тема 20. Расплывание и возрождение волнового пакета в «ящике» -- широкой яме.

Тема 21. Теорема Левинсона и рассеяние на потенциале $U(x) = U_0/ch^2(x/a)$.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	Раздел 1, Тема 1	Компьютерное моделирование квантово-механических процессов и систем. Использование программы «Квант».	5	Задание для работы с компьютерной моделью, собеседование с преподавателем	ПК-1
2.	Раздел 1, Тема 2	Свободное движение. Стационарное состояние свободно движущейся частицы.	5		ПК-1
3.	Раздел 1, Тема 3	Свободное движение. Движение волнового пакета.	5		ПК-1
4.	Раздел 1, Тема 4	Свободное движение. Столкновение частицы с узкой ямой.	5		ПК-1
5.	Раздел 1, Тема 5	Столкновение с потенциальной ступенью.	5		ПК-1
6.	Раздел 1, Тема 6	Отражение от потенциальной ступеньки в квантовом и классическом случаях.	5		ПК-1
7.	Раздел 1, Тема 7	Столкновение волнового пакета с потенциальной ступенью.	5		ПК-1
8.	Раздел 1, Тема 8	Столкновение в размытой ступенью.	5		ПК-1
9.	Раздел 1, Тема 9	Уровень в мелкой яме. Имитация δ -ямы.	5		ПК-1
10.	Раздел 1, Тема 10	Прямоугольная яма с несколькими уровнями.	5		ПК-1
11.	Раздел 1, Тема 11	Ход уровней при расширении прямоугольной ямы.	6		ПК-1
12.	Раздел 1, Тема 12	Волновой пакет из уровней широкой прямоугольной ямы. Колебания на начальной стадии.	6		ПК-1

13.	Раздел 1, Тема 13	Плавный барьер.	6		ПК-1
14.	Раздел 2, Тема 14	Компьютерное моделирование процессов квантового рассеяния с использованием программы «Квант»	4	Собеседование с преподавателем	ПК-1
15.	Раздел 2, Тема 15	Виртуальные уровни. Зависимости коэффициента пропускания $T(E,a,z)$.	4		ПК-1
16.	Раздел 2, Тема 16	Волновой пакет, настроенный на виртуальный уровень. Плотность его вероятности как функция x и t .	4		ПК-1
17.	Раздел 2, Тема 17	Рассеяние волнового пакета на потенциальной ступеньке.	4		ПК-1
18.	Раздел 2, Тема 18	Надбарьерные резонансы	4		ПК-1
19.	Раздел 2, Тема 19	Волновой пакет и надбарьерный резонанс. Ширина пакета	4		ПК-1
20.	Раздел 2, Тема 20	Расплывание и возрождение волнового пакета в «ящике» - широкой яме	6		ПК-1
21.	Раздел 2, Тема 21	Теорема Левинсона и рассеяние на потенциале $U(x) = U_0 / ch^2(x/a)$.	6		ПК-1

4.3.2. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Свободное движение. Стационарное состояние свободно движущейся частицы.	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Определить тип кривой $3D: \Psi(x)$. Определить зависимость периода на указанном графике от E .	Источники из основной и дополнительной литературы по теме практических занятий; Образовательные ресурсы, доступные по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ и Сторонние сайты	-
2-3	Свободное движение. Движение волнового пакета.	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Показать волновая функция $\Psi(x, t)$ для рассмотренных волновых пакетов является периодической. Определить зависимость «ширины» пакета от величины $E_{max} - E_{min}$.		4
3-4	Сила действующая на частицу при пересечении границы потенци-	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Определить и выразить через $ \Psi ^2$ силы действующие на частицу, пересекающую грани-		4

	алов		цу двух потенциальных ям с постоянными потенциалами.		
4-6	Свободное движение. Столкновение частицы с узкой ямой.	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Исследовать коэффициент прохождения $T(E)$ и координатное представление. Сравнить с классической механикой. Определить давление на стенку для $E < U_{max}$ и $E > U_{max}$.		4
6-8	Столкновение волнового пакета с потенциальной ступенью.	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Составить волновой пакет из состояний с энергиями близкими к U_{max} и исследовать его столкновение с потенциальной ступенькой. Сравнить со стационарным решением.		4
8-9	Столкновение в размытой ступенью.	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Определить как изменится $T(E)$ по сравнению с резкой ступенькой. Исследуйте случай потенциала, когда $T(E)$ близко к случаю классической частицы.		4
9-11	Коэффициент прохождения в случае мелкой ямы	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Определить насколько мелкая яма хорошо имитирует δ -образный потенциал сравнивая дискретный и непрерывный спектры и $T(E)$. Сравнить коэффициенты прохождения и координатное распределение для δ -ямы и δ -барьера.		-
11-13	Прямоугольная яма с несколькими уровнями.	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Исследовать вид $\Psi_n(x)$, $ \varphi_n(k) ^2$ в широкой яме с углублением около одной из стенок.	Источники из основной и дополнительной литературы по теме практических занятий;	-
13-14	Волновой пакет из уровней широкой прямоугольной ямы. Колебания на начальной стадии.	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Исследовать вид $ \varphi(k, t) ^2$ когда пакет в координатном представлении прижат или оторван от стенки.	Образовательные ресурсы, доступные по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ и Сторонние	-
15	Расплывание и возрождение волнового пакета.	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Составить волновой пакет из уровней состояний в широкой прямоугольной яме и проследить за распы-		-

			ванием и возрождением волнового пакета. Проанализировать вид $ \varphi_n(k) ^2$.	сайты	
15-16	Модель осцилляторной ямы.	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Имитировать осцилляторную яму ступенчатыми потенциалами. Исследовать $ \Psi_n(x) ^2$ и $ \varphi_n(k) ^2$. Определить зависимость средней кинетической и потенциальной энергий от n .		-
17	Модель треугольной ямы.	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Имитировать треугольную яму ступенчатыми потенциалами. Определить как меняется расстояние между уровнями с ростом n .	Источники из основной и дополнительной литературы по теме практических занятий; Образовательные ресурсы, доступные по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ и Сторонние сайты	10
18	Тема 14	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Что за пики на кривой $T(E)$, как и почему меняется их положение и ширина с изменением ширины ямы a ? Как в резонансах полного прохождения связаны средняя и максимальная плотность вероятности внутри и вне ямы?		12
19	Тема 15	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Что происходит с $T(E)$ возле точки $E = 0$ при расширении прямоугольной ямы перед появлением нового уровня? Как это выглядит на зависимости $T(z)$ при малом $E > 0$, когда увеличивается z -ширина (глубина) ямы? Как и почему меняется положение и ширина этих резонансов с изменением E ?	4	
20	Тема 16	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Исходя из зависимости $T(E)$ сформируйте пакет в окне энергий, отвечающих ширине резонанса с виртуальным уровнем и оцените по его ширине характерное время жизни и задержки. Что и почему происходит с кривой плотно-	4	

			сти от (x,t) ?	
21	Тема 17	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Составить волновой пакет из состояний с энергиями близкими к и исследовать его столкновение с потенциальной ступенькой. Сравнить со стационарным решением.	5
22	Тема 18	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Для достаточно широкого потенциального барьера посмотреть и объяснить $T(E)$, $T(z)$ с одновременной визуализацией плотности (x) (особенно в точках максимума и минимума коэффициента прохождения). Как для надбарьерных резонансов (состояний полного прохождения) связаны средняя и минимальная плотности внутри и вне барьера? Как вели бы себя аналогичные величины для стационарного потока классических частиц с надбарьерной энергией?	5
23	Тема 19	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Сформируйте пакет в окне энергий, отвечающих надбарьерному резонансу и оцените по его ширине характерное время жизни и задержки τ . Что и почему происходит с кривой плотности пакета от (x,t) ? Почему максимальная плотность в барьере больше, чем в пакете, который находится вне ямы? Сравните τ с разностью времен прохождения пакета через экран с барьером и без него. Почему в отличие от рассеяния на виртуальном уровне измеренное время задержки пакета в данном случае оказывается положитель-	10

			ным? Какой знак имел бы аналогичный эффект в классической механике?	
24	Тема 20	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Продолжая наблюдение на большом интервале времени (увеличив шаг ht для волнового пакета из уровней прямоугольной ямы) проследить за распылением пакета, наступлением стадии «квантового хаоса», а затем за появлением дробных и целых возрождений (правильной и даже исходной формы) волнового пакета.	10
25	Тема 21	Внеаудиторная, компьютерное моделирование	Посмотрите $T(E)$, $T(a)$ для этой ямы и барьера (замена знака U_0), а также плотность от x при небольших $E > 0$ и, соответственно при $E > U $ и разных a . Куда делись виртуальные уровни, которые были в случае прямоугольной и даже параболической ямы?	12

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Предполагается, что студент самостоятельно изучит дополнительный материал из рекомендованной литературы и решит предложенные задачи. Оценка самостоятельной работы студентов проводится на основе устного и письменного отчета по каждой лабораторной работе.

4.5. Примерная тематика курсовых работ

Учебным планом не предусмотрено написание курсовых работ.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) список литературы

основная литература

1. Валл А. Н. Квантовая механика в задачах: учеб.- метод. пособие / А. Н. Валл, О. Н. Солдатенко. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2010. – 87 с. нф А623906; физмат 30856 (100 экз.)
2. Паршаков А. Н. Введение в квантовую физику: учеб. пособие [Электронный ресурс] / А. Н. Паршаков. – Электрон. версия кн. – СПб. : Изд-во Лань, [2010]. – 352 с. – (ЭБС «Лань»). – Режим доступа: неограниченный доступ <http://e.lanbook.com/view/book/297/>
3. Киселев В.В. Квантовая механика [Текст] : курс лекций / В. В. Киселев. - М.: Изд-во МЦНМО, 2009. - 560 с. - ISBN 978-5-94057-497-2 (4)
4. Синеговский, С. И. Космические нейтрино высоких энергий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С. И. Синеговский. - ЭВК. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2009. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ.

дополнительная литература

1. Ландау Л. Д. Квантовая механика: Теоретическая физика, том III / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – 5-е изд. – М. : Наука, 1989. – 767 с. (56)
2. Галицкий В.М. Задачи по квантовой механике: учеб. пособие для физ. спец. вузов / В. М. Галицкий, Б. М. Карнаков, В. И. Коган. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Наука, 1992. – 878 с. (2)
3. Липкин Г. Квантовая механика. Новый подход к некоторым проблемам / Г. Липкин. – М. : Мир, 1977. – 592 с. (5)
4. Боум А. Квантовая механика: основы и приложения / А. Боум. – М. : Мир, 1990. – 720 с. (2)
5. Галицкий А.М., Карнаков Б.М., Коган В.И. Сборник задач по квантовой механике. М: Наука, 1981, 2001. (54 экз)
6. Сунакава С. Квантовая теория рассеяния. М: Мир, 1979. (8 экз)
7. Тейлор Дж. Теория рассеяния. М: Мир, 1975. (2 экз)
8. [Бисноватый-Коган, Г. С.](#) Релятивистская астрофизика и физическая космология / Г. С. Бисноватый-Коган. - М. : Красанд, 2011. - 363 с. - ISBN 978-5-396-00276-0 (2)
9. [Райдер, Л.](#) Элементарные частицы и симметрии/ Л. Райдер. - М.: Наука, 1983. - 317 с. (2)
10. Вайнберг, С. Квантовая теория поля / С. Вайнберг. - М.: Физматлит, 2003. Т.1 : Общая теория. - 648 с. - ISBN 5-9221-0403-9 (2)

б) периодические издания

- нет

в) список авторских методических разработок

- нет

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://library.isu.ru/> - Научная библиотека ИГУ;

Образовательные ресурсы, доступные по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ:

<https://isu.bibliotech.ru/> - ЭЧЗ «БиблиоТех»;

<http://e.lanbook.com> - ЭБС «Издательство «Лань»;

<http://rucont.ru> - ЭБС «Руконт» - межотраслевая научная библиотека, содержащая оцифрованные книги, периодические издания и отдельные статьи по всем отраслям знаний, а также аудио-, видео-, мультимедиа софт и многое другое;

<http://ibooks.ru/> - ЭБС «Айбукс»- интернет ресурсы в свободном доступе;

VII. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий используются учебные аудитории с меловой доской, также занятия могут проходить в компьютерном классе с современной вычислительной техникой и соответствующим программным обеспечением. В классе имеются стационарные компьютеры. Компьютеры имеют доступ к локальной сети университета и выход в Интернет. На занятиях могут использоваться мультимедийные средства: проектор, переносной экран, ноутбук. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

Пакеты программ для выполнения расчетов и обработки численных результатов: Compaq Visual FOTRAN, Visual C++, Python (3.4.3), ROOT. Стандартная библиотека пакета Python

<http://pythonworld.ru/osnovy/skachat-python.html> предоставляет широкий набор средств. Содержит встроенные модули, написанные на языке С, обеспечивающие доступ к стандартизованным решениям многих задач программирования. Часть этих модулей организована так, чтобы обеспечить (усилить) мобильность программ, написанных на языке Python - т. е. возможность их переноса с одного компьютера на другой. Установщик Python на платформе Windows обычно включает целиком стандартную библиотеку и много других дополнительных

компонент. Для операционных систем Unix (Linux) Python обеспечивает доступ к набору пакетов, которые обеспечивают возможность использовать инструментарий операционной системы.

VII. Образовательные технологии:

- лабораторные занятия, направленные на активизацию познавательной деятельности студентов и приобретения ими навыков решения задач;
- консультации –еженедельно для желающих студентов;
- самостоятельная внеаудиторная работа направлена на приобретение навыков самостоятельного решения задач по дисциплине; чтение литературы, завершение лабораторных работ, графическую обработку данных и составление отчетов;
- текущий контроль работы студентов осуществляется через письменные и устные отчеты по выполненным лабораторным работам.

VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Фонд оценочных средств представлен в приложении.

8.1. Оценочные средства для входного контроля: не требуются.

8.2. Оценочные средства текущего контроля.

Контрольные задачи для проведения текущего контроля.

1. Дайте определение волновой функции.
2. Сформулируйте условия, которым удовлетворяет волновая функция.
3. Запишите уравнение Шредингера.
4. Запишите стационарное уравнение Шредингера.
5. Запишите формулу тока вероятности.
6. Запишите уравнение непрерывности для тока вероятности.
7. Запишите волновую функцию свободно движущейся частицы.
8. Определите нормировку волновой функции свободно движущейся частицы.
9. Запишите уравнение Шредингера для бесконечно глубокой потенциальной ямы.
10. Запишите уравнение Шредингера для ямы конечной глубины.
11. Дайте определение коэффициента прохождения и отражения.
12. Запишите спектр для параболического потенциала.
13. Запишите основные свойства линейного эрмитового оператора.

Пример вопросов для собеседования

1. Описать операторный формализм квантовой механики.
2. Дать определение самосопряженных операторов в гильбертовом пространстве.
3. Указать основные свойства собственных функций.
4. Вычисление вероятностей результатов измерения динамической величины в произвольном состоянии.
5. Условие одновременной измеримости динамических величин.
6. Ввести операторы координаты и импульса и их собственные функции. Указать отличия координатного и импульсного представления.

Форма проведения промежуточной аттестации — зачет.

Примерный перечень вопросов и заданий к зачёту

1. Уравнение Шредингера.
2. Стационарное уравнение Шредингера.

3. Волновая функция. Нормировка волновой функции.
4. Волновая функция. Нормировка на поток частиц.
5. Плотность тока вероятности. Уравнение неразрывности для тока.
6. Координатное и импульсное представление волновой функции.
7. Частица в бесконечно глубокой потенциальной яме. Импульсное представление волновой функции.
8. Частица в параболическом потенциале.
9. Импульсное представление основного состояния в параболическом потенциале.

Разработчики:



доцент кафедры теоретической физики

В.П. Ломов

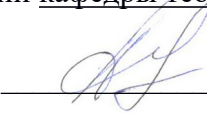


профессор кафедры теоретической физики

С.Э. Коренбит

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

Программа рассмотрена на заседании кафедры теоретической физики
«15» марта 2024 г.

Протокол №7 И.о. зав. кафедрой  С.В. Ловцов

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