

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория рассеяния и столкновений

Кафедра теоретической и вычислительной физики,
физического факультета

Образовательная программа
03.04.02 Физика

Профиль подготовки
Теоретическая и математическая физика

Уровень высшего образования
Магистратура

Форма обучения
очная

Статус дисциплины: *входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений*

Махачкала 2022

Рабочая программа дисциплины «Теория рассеяния и столкновения» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 – «Физика» (уровень магистратура) от « 07 » августа 2020г. № 914.

Разработчик: кафедра теоретической и вычислительной физики
Магомедов М.А.. к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры теоретической и вычислительной физики от «23» марта 2022 г., протокол № 7

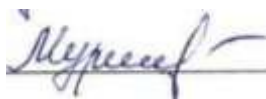
Зав. кафедрой



Муртазаев А.К.

На заседании Методической комиссии Физического факультета от « 25» марта 2022 г., протокол №7

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « 30» марта 2022 г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Теория рассеяния и столкновений» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02 – «Физика» (профиль – Теоретическая и математическая физика).

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой теоретической и вычислительной физики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением общего метода изучения структуры вещества, природы ядерных сил взаимодействия между частицами.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника универсальных – УК-1

общефессиональных - ОПК-1;

профессиональных - ПК-4, ПК-5 ПК-6.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия и самостоятельную работу.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме текущий контроль в форме опросов, коллоквиума и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 4 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе								
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		Всего	из них						
	Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
2	144	44	16	-	28	-	-	100	Экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Теория рассеяния и столкновений» являются исследование процессов изучения как самого общего метода изучения структуры вещества, природы ядерных сил взаимодействия между частицами.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02– «Физика» (профиль – Теоретическая и математическая физика). Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: математический анализ, аналитическая геометрия, дифференциальные уравнения, дифференциальная геометрия и топология, электродинамика и квантовая теория. Освоение дисциплины позволит в дальнейшем изучать курсы естественнонаучного цикла, спецкурсы по выбору магистра.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
УК-1 Способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	М-ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знает: методы системного и критического анализа; Умеет: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; Владеет: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций.	Устный опрос, письменный опрос;
	М-ИУК-1.2. Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	Умеет: выявлять проблемные ситуации, используя методы анализа, синтеза и абстрактного мышления.	

	М-ИУК-1.3. Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников	Умеет: производить анализ явлений и обрабатывать полученные результаты; оценивать адекватность и достоверность информации о проблемной ситуации, работать с противоречивой информацией из разных источников	
	М-ИУК-1.4. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов	Умеет: осуществлять поиск решений проблемных ситуаций на основе действий, эксперимента и опыта; определять в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке и предлагать способы их решения; Владеет: технологиями выхода из проблемных ситуаций, навыками выработки стратегии действий	...
	М-ИУК-1.5 Строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения	Знает: методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации; Умеет: разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации; Владеет: методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий	
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно- исследовательских задач, а также владеть основами	ОПК-1.1. Владеет фундаментальными знаниями в области физики	Знает: - физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности - тенденции и перспективы развития современной физики, а также смежных областей науки и техники;	Устный опрос, письменный опрос;

педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности		- основные понятия, идеи, методы, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач физики; Умеет: - применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности; - выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта. Владеет: - навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять естественнонаучную сущность проблем. - основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	
	ОПК-1.2. Использует фундаментальные знания в области физики при решении научно-исследовательских задач.	Умеет: - использовать фундаментальные знания в области физики при решении научно-исследовательских задач. - реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области	

		профессиональной деятельности. Владеет: - навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области научно-исследовательской деятельности.	
	ОПК-1.3. Применяет специальные технологии и методы для реализации преподавательской деятельности.	Знает: - основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы. Умеет: - применять специальные технологии и методы для реализации преподавательской деятельности; - выбирать метод решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ, при необходимости вносить необходимые коррективы для достижения оптимального результата. Владеет: - специальными технологиями и методами для реализации преподавательской деятельности.	
ПК-4. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области физики и смежных с физикой науках	ПК-4.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий исследований	Знает: теоретические и экспериментальные основы современных методов исследований изучаемых процессов и явлений. Умеет: самостоятельно ставить задачу и решать ее; использовать достижения современных информационно-коммуникационных технологий для выполнения	Устный опрос, письменный опрос;
	ПК-4.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические		

	методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	экспериментальных и теоретических исследований; анализировать и интерпретировать результаты эксперимента на основе современных	
	ПК-4.3. Анализирует и обобщает результаты научно-исследовательских работ с использованием современных достижений науки и техники.	теоретических моделей; правильно организовать и планировать эксперимент; правильно применять различные теоретические модели для анализа результатов эксперимента. Владеет: основами современных методов	
	ПК-4.4. Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий.	экспериментальных исследований в данной области науки; основами теоретических разработок в своей области исследований; адекватными методами планирования и решения научно-исследовательских задач в выбранной области физики и смежных с физикой науках; - навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; - владеет логикой научного исследования, терминологическим аппаратом научного исследования в выбранной области физики и смежных с физикой науках; - современной аппаратурой и информационными технологиями для применения и внедрения результатов научной деятельности.:	
ПК-5. Способен самостоятельно проводить	ПК-5.1. Способен анализировать и обобщать результаты	Знает: методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и	

физические исследования, анализировать, делать научные обобщения и выводы, выдвигать новые идеи, интерпретировать и представлять результаты научных исследований.	патентного поиска по тематике проекта в области фундаментальной физики.	измерений; критерии выбора методов и методик исследований; правила и условия выполнения работ, технических расчетов, оформления получаемых результатов.	
	ПК-5.2. Создает теоретические модели, позволяющие прогнозировать свойства исследуемых объектов, и разрабатывает предложения по внедрению результатов.	Умеет: проводить испытания, измерения и обработку результатов; регистрировать показания приборов; проводить расчёты критически анализировать результаты делать выводы.	
	ПК-5.3. Осуществляет сбор научной информации, готовит обзоры, аннотации, составляет рефераты и отчеты, библиографии.	Владеет: выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований; выполнением оценки и обработки результатов исследования; навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	
	ПК-5.4. Участвует в научных дискуссиях и процедурах защиты научных работ различного уровня, выступает с докладами и сообщениями по тематике проводимых исследований.		
ПК-6. Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научных и прикладных физических исследований в области физики твердого тела.	ПК-6.1. Имеет представления о методиках и технологиях физических исследований с помощью современного оборудования.	Знает: методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики твердого тела; физические основы проведения исследований методами теоретической и математической физики; Умеет: пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области физики твердого тела;	
	ПК-6.2. Знает теорию и методы физических исследований в теоретической и математической		

	физике	анализировать устройство используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной	
	ПК-6.3. Знает теорию и методы физических исследований в области физики твердого тела.	вычислительной техники. Владеет: методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической	
	ПК-6.4. Способен собирать, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов и исследований в соответствующей области знаний, проводить эксперименты и наблюдения, составлять отчеты по теме или по результатам проведенных экспериментов	информации в области физики твердого тела; некоторыми диагностические методы исследования теоретической и математической физики; методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики твердого тела навыками исследования физических процессов, протекающих в сложных физических системах.	

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№		С	Неделя	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Самост	Формы текущего контроля успеваемости (по
---	--	---	--------	--	--------	--

	Раздел дисциплины			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		неделям семестра) /Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
Модуль 1. Классическая и квантовая теории рассеяния и столкновения.									
1.	Задачи классической теории рассеяния. Три задачи классической теории рассеяния.	2		-	1	-	-	3	опрос
2.	Упругое рассеяние. Дифференциальное эффективное сечение рассеяния.			1	2	-	-	2	опрос
3.	Резерфордовское рассеяние.			1	1	-	-	4	опрос
4.	Теория квантовых переходов. Периодическое возмущение.			1	1	-	-	6	опрос
5.	Переходы в дискретном спектре при постоянном возмущении.			1	1	-	-	6	опрос
6.	Случаи непрерывного спектра.			1	-	-	-	4	опрос
Итого по модулю 1				5	6	-	-	25	Коллоков.
Модуль 2. Стационарная квантовая теория упругого рассеяния. Общая теория упругого и неупругого рассеяния.									
1.	Стационарная теория упругого рассеяния.	2		2	1	-	-	4	опрос
2.	Амплитуда рассеяния. Функция Грина.			-	1	-		4	опрос
3.	Формула Борна.			1	-	-	-	2	опрос
4.	Оптическая теорема.			1	1	-	-	3	опрос
5.	Теория неупругого рассеяния			-	1	-	-	4	опрос
6.	Метод парциальных волн.			1	1	-	-	4	опрос
7.	Представления Шредингера, Гейзенберга			-	1	-	-	4	опрос
Итого по модулю 2				5	6	-	-	25	Коллоков.

Модуль 3. Неупругое рассеяние медленных частиц.								
Теория излучения и поглощения света			2	8			8	опрос
Применение теории рассеяния в физике.			2	8			6	опрос
итог по модулю 3			6	16			14	Коллокви.
Модуль 4. Подготовка к экзамену							36	
ИТОГО			16	28	-	-	64	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Классическая и квантовая теории рассеяния и столкновения.

Предмет и методы теории рассеяния и столкновений. Дифференциальное и полное эффективное сечения рассеяния частиц. Угол рассеяния. Вероятность рассеяния. Классическая теория рассеяния. Постановка задач в теории рассеяния. Три задачи в классической теории рассеяния. Границы применимости. Понятие о квантовом переходе. Переходы под влиянием возмущения, действующего в течение конечного времени. Частоты Бора. Периодическое возмущение. Переходы в дискретном спектре при постоянном возмущении. Случай непрерывного спектра.

Модуль 2. Стационарная квантовая теория упругого рассеяния. Общая теория упругого и неупругого рассеяния.

Амплитуда рассеяния. Функция Грина. Интегральное уравнение рассеяния Липпмана - Швингера. Формула Борна. Т - оператор. Связь между полным сечением рассеяния и мнимой частью амплитуды рассеяния. Оптическая теорема. Формула Резерфорда. Рассеяние на потенциале Гаусса и сферической потенциальной яме. Атомный форм-фактор. Метод парциальных волн. Фазы рассеяния. Парциальные амплитуды и сечения рассеяния. Матрица рассеяния.

Модуль 3. Упругое рассеяние при наличии неупругих процессов. Каналы реакций. Оптическая теорема. Неупругое рассеяние медленных частиц. Формулы Брейна и Вигнера. Обращение времени и детальное равновесие. Теорема Крамерса. Представление Шредингера, Гейзенберга. Представление взаимодействия. Гейзенберговские уравнения движения. Теория S – матрицы.

Теория излучения и поглощения света. Применение теории рассеяния в физике.
Рассеяние света электронами.

4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.

Модуль 1. Классическая и квантовая теории рассеяния и столкновения.		
Название темы	Содержание темы	Объем в часах
Упругое рассеяние. Теория квантовых переходов.	Сечение рассеяния. Прицельный параметр. Резерфордовское рассеяние. Периодическое возмущение.	2
Переходы в дискретном спектре. Непрерывный спектр.	Переходы в дискретном спектре при постоянном возмущении. Адиабатическая теория.	2
Модуль 2. Стационарная квантовая теория упругого рассеяния. Общая теория упругого и неупругого рассеяния.		
Стационарная теория упругого рассеяния.	Амплитуда рассеяния. Функция Грина. Формула Борна.	2
Оптическая теорема.	Формула Резерфорда. Сечение рассеяния и амплитуда рассеяния.	2

Метод парциальных волн.	Парциальные амплитуды и сечения рассеяния. Фазы рассеяния.	2
Модуль 3. Неупругое рассеяние медленных частиц.		
Упругое рассеяние при наличии неупругих процессов. Представления.	Формулы Брейга – Вигнера. Представления Шредингера, Гейзенберга. Представление взаимодействия.	2
Излучение и поглощение света. Применение теории рассеяния в физике.	Рассеяние света электронами. Поглощение света. Столкновения электронов с колебаниями решетки в магнитном поле.	2

5. Образовательные технологии.

В течение семестра студенты посещают лекции, решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В семестре проводятся контрольные работы (на семинарах). Аттестация проводится после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

В рамках учебного процесса предусмотрено приглашение для чтения лекций ведущих ученых из центральных вузов и академических институтов России.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- выполнение курсовых работ (проектов);
- написание рефератов;

- работа с тестами и вопросами для самопроверки.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы	Объем в часах
Три типа классической теории рассеяния.	Рассмотрение примеров различных типов рассеяний, различных термодинамических процессов. Принципы адиабатической и изотермической недостижимости.	6
Оптическая теорема. Общая теория рассеяния.	Доказательства оптической теоремы. Элементы общей теории рассеяния.	4
Теория неупругого рассеяния в нестационарной квантовой теории рассеяния.	Стационарная и нестационарная теории рассеяния. Выяснение особенностей квантовой теории рассеяния.	9
Взаимодействие носителей заряда с различными типами колебания решетки.	Колебание решетки и фононы. Электрон-фононное взаимодействие.	6
Межзонное поглощение света в квантующем магнитном поле.	Понятие квантующего поля. Зоны и их появление. Магнитное поле, как квантующее.	7
Поглощение света в скрещенных полях, в однородном электрическом поле (эффект Франца –	Однородное электрическое поле. Понятие скрещенного поля. Понимание эффекта Франца-Келдыша.	5
Механизмы рекомбинации.	Различные типы рекомбинаций и их значимость в фундаментальной физике.	8
Безызлучательная рекомбинация.	Особенности безызлучательной рекомбинации.	3

Результаты самостоятельной работы учитываются при аттестации магистранта (экзамен). При этом проводятся: тестирование, опрос на практических занятиях, заслушиваются доклады, проверка контрольных работ и т.д.

Студентам представляется раздаточный материал: тезисы лекций, перечень обязательных задач, методическое пособие и литература по выполнению лабораторных работ.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания

7.1.1. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.

1. Предмет и методы в теории рассеяния и столкновения.
2. Методы теории рассеяния и столкновений.
3. Три задачи в классической теории рассеяния.
4. Понятие о квантовом переходе.
5. Переходы в дискретном спектре при постоянном возмущении.
6. Интегральное уравнение рассеяния.
7. Формула Борна.
8. Методы парциальных волн. Фазы рассеяния.
9. Рассеяния в кулоновском поле. Формула Резерфорда.
10. Упругое рассеяние при наличии не упругих процессов.
11. Оптическая теорема.
12. Представления Шредингера и Гейзенберга .
13. Представление взаимодействия.
14. Гейзенберговское уравнение движения.
15. Классическая теория излучения света.
16. Квантовая теория излучения и поглощения света.
17. Вероятности квантовых переходов.
18. Матричные элементы дипольного момента электрона.
19. Межзонное поглощение света.
20. Понятие квантующего магнитного поля.
21. Излучательная рекомендация.
22. Ударная рекомендация.
23. Безызлучательная рекомендация.
24. Квадрупольное излучение.
25. Основы теории дисперсии.
26. Принцип соответствия.
27. Интенсивности в спектре излучения.

7.1.2. Перечень вопросов к экзамену.

1. Предмет теории рассеянности и столкновения.

2. Дифференциальное эффективное сечение рассеяния.
3. Метод Борна расчета упругого рассеяния.
4. Упругое рассеяние заряженными атомами быстрых частиц.
5. Точная теория рассеяния.
6. Фазы рассеянных волн и эффективное сечение.
7. Дифракционное рассеяние.
8. Резонансное рассеяние.
9. Рассеяние частицы в кулоновском поле.
10. Поглощение и излучение света.
11. Коэффициенты поглощения и излучения света.
12. Правила от Бора для дипольного излучения и осциллятора.
13. Комбинационное рассеяние.
14. Квадрупольное излучение.
15. Поглощение света в квантующем магнитном поле.
16. Поглощение света в скрещенных полях.
17. Эффект Франца-Келдыша.
18. Поглощение света в магнитном поле. Эффект Фарадея.
19. Квантовая теория излучения света.
20. Расчет вероятностей квантовых переходов в процессе поглощения и излучения света.
21. Матричные элементы дипольного момента электрона.
22. Взаимодействие носителей заряда с колебаниями решетки.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

Лекции

- | | |
|--|--------------|
| • посещение занятий | – 10 баллов, |
| • активное участие на лекциях | – 15 баллов, |
| • устный опрос, тестирование, коллоквиум | – 60 баллов, |
| • и др. (доклады, рефераты) | – 15 баллов. |

Практические занятия

- | | |
|---|--------------|
| • посещение занятий | – 10 баллов, |
| • активное участие на практических занятиях | – 15 баллов, |
| • выполнение домашних работ | – 15 баллов, |
| • выполнение самостоятельных работ | – 20 баллов, |
| • выполнение контрольных работ | |

в присутствии преподавателя

– 40 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 60 баллов,
- письменная контрольная работа – 30 баллов,
- тестирование – 10 баллов.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

а)

б) основная литература:

1. Бирман М.Ш. Избранные труды. Математическая теория рассеяния. Функция спектрального сдвига [Электронный ресурс] / М.Ш. Бирман. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2010. — 504 с. — 978-5-93972-854-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16526.html> (12.10.2018)
2. Ведринский Р.В. Квантовая теория рассеяния [Электронный ресурс] : учебник / Р.В. Ведринский. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2008. — 192 с. — 978-5-9275-0626-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46977.html> (12.10.2018)
3. **Ландау, Лев Давидович.** Теоретическая физика : в 10 т. Т.1 : Механика / Ландау, Лев Давидович ; Е.М.Лившиц; под ред. Л.П.Питаевского. - 5-е изд., стер. - М. : Физматлит, 2004. - 222 с. : ил. ; 22 см. - Предм. указ.: с. 221-222. - Рекомендовано МО РФ. - ISBN 5-9221-0053-X : 110-15.
4. **Давыдов, Александр Сергеевич.** Квантовая механика : Учебное пособие для ун-тов / Давыдов, Александр Сергеевич. - Изд. 2-е, испр. перераб. - М. : Наука, 1973. - 703 с. ; 22 см. - 1-73.
5. **Блохинцев, Дмитрий Иванович.** Основы квантовой механики : учеб. пособие / Блохинцев, Дмитрий Иванович. - 6-е изд., стер. - М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1983. - 664 с. - 1-60.
6. Меркурьев С. П., Фаддеев Л. Д. Квантовая теория рассеяния для систем нескольких частиц. Из-во: М. Наука, 1998г.
7. Сунакова С. Квантовая теория рассеяния. М.: Мир, 1979 г.
8. **Ансельм, Андрей Иванович.** Введение в теорию полупроводников : учеб. пособие / Ансельм, Андрей Иванович. - 3-е изд., стер. - СПб. и др. :

Лань, 2008. - 618 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
- Допущено МО РФ. - ISBN 978-5-8114-0762-0 : 493-46.

9. Бонч-Бруевич, В.Л. Физика полупроводников : [Учебное пособие для физ.-мат. вузов] / В. Л. Бонч-Бруевич, С. Г. Калашников. - М. : Наука, 1990. - 685 с. : ил. ; 22 см. - ISBN 5-02-014032-5 : 2-00.

10. Базь А.И. и др. Рассеяние, реакции и распады в нерелятивистской квантовой механике. : Изд, 2-е, испр и доп. / Базь А.И. и др. - М. : "Наука.", 1971. - 544с. с черт.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг. (доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. - Махачкала, г. - Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. - URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.03.2018).
4. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение)
5. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания.
6. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
7. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
8. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
9. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
10. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
11. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>

12. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
13. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Оптимальным путем освоения дисциплины является посещение всех лекций и семинаров, выполнение предлагаемых заданий в виде задач, тестов и устных вопросов.

На лекциях рекомендуется деятельность студента в форме активного слушания, т.е. предполагается возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и рекомендуется конспектирование лекции. На семинарских занятиях деятельность студента заключается в активном обсуждении задач, решенных другими студентами, решении задач самостоятельно, выполнении контрольных заданий. В случае если студентом пропущено лекционное или семинарское занятие, он может освоить пропущенную тему самостоятельно с опорой на план занятия, рекомендуемую литературу и консультативные рекомендации преподавателя.

Перед проведением экзамена проводится коллективная аудиторная консультация, на которой даются советы по подготовке к экзамену. В целом рекомендуется регулярно посещать занятия и выполнять текущие задания, что обеспечит достаточный уровень готовности к сдаче экзамена.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

1. Электронные ресурсы издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>
<http://physweb.ru/db/section/e190500000>;
2. Ресурсы российской электронной библиотеки <http://elibrary.ru/>;
3. Компьютерное оборудование, информационные материалы, имеющиеся на кафедре теоретической и математической физики ДГУ и в библиотеке ДГУ.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях факультета.

Технические средства обучения, используемые в учебном процессе для освоения дисциплины:

1. компьютерное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;
2. пакет плакатов и графиков, используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля;
3. электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы.