



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

Ширмовский С.Э.

(подпись)

«01» СЕНТЯБРЯ 2016 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой
теоретической и ядерной физики



(подпись)

Ширмовский С.Э.

«01» СЕНТЯБРЯ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Квантовая механика»

Направление подготовки – 14.03.02 Ядерные физика и технологии

Форма подготовки очная

курс 3 семестр 5, курс 4, семестр 6.
лекции 54 часа
практические занятия 36 часов
лабораторные работы не предусмотрены.
всего часов аудиторной нагрузки 90 час.
самостоятельная работа 18+72 час.
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрен.
зачет 5 семестр
экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно установленного ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 18.02.2016 № 235.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики, протокол № 23 от 01.09.2016 г.

Заведующий кафедрой к. ф.-м. н., доцент Ширмовский С.Э.

Составитель (ли): д. ф.-м. н., профессор Белоконов В.И., к. ф.-м. н., доцент Шульга Д.В.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Abstract

The working program of the discipline "Quantum mechanics» developed for undergraduate students in the field of training 140.800.62 -" Nuclear physics and technology " in accordance with the OS. FEFU-18. 02. 2016 year

Discipline "Quantum mechanics" refers to the basic part of the professional cycle of disciplines (B.B.26). The total complexity of the development of the discipline is 5 credits, 180 hours. The curriculum includes lectures (54 hours), practical classes (36 hours), independent work and control (90 hours). Discipline is implemented on 3 rate in 5 and 6 semesters.

The study of quantum mechanics is based on the following disciplines: "Mathematical analysis", "Atomic physics", "Methods of mathematical physics".

Purpose.

The purpose of the discipline - the acquisition of systematic knowledge of the basics of quantum mechanics.

Tasks:

- Study of the basic principles of quantum mechanics;
- Mastering the mathematical apparatus of quantum mechanics;
- Study of basic concepts and equations of quantum mechanics;
- Acquisition of skills to solve problems in the discipline.

To fully master the content of the discipline, students must have prior competencies: ability to use basic theoretical knowledge of fundamental sections of General and theoretical physics to solve professional problems (OPK-3)

As a result of the study of this discipline, students form the following General cultural/ General professional/ professional competence (elements of competence). Code and the wording of competence, stages of competence OPK-1, ability to use the basic laws of natural Sciences in professional activities, to apply the methods of mathematical analysis and modeling, theoretical and experimental research

He knows the theoretical foundations of quantum theory, the basic physical systems and the laws described by quantum theory.

Able to solve typical problems of quantum theory, be able to use the methods of quantum mechanics in the research process, He knows the exact and approximate methods of quantum theory, methods of mathematical analysis, theoretical modeling.

The following methods of active/ interactive learning are used for the formation of the above competencies within the discipline "Quantum mechanics": discussions during practical classes about different ways of obtaining solutions to some equations with the involvement of opponents from among students, joint discussion of the physical meaning of solutions

The discipline ends with the standings in 5th semester and exam in 6th semester.

Аннотация

Дисциплина «Квантовая механика» разработана для студентов 3-4 курсов специальности 140.800.62 «Ядерная физика и технологии» в соответствии с требованиями ОС ВО ДВФУ по данному направлению.

Дисциплина «Квантовая механика» относится к базовой части профессионального цикла дисциплин (Б1.Б.26). Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (54 часа), практические занятия (36 часов), самостоятельная работа и контроль (90 часов). Дисциплина реализуется на 3 курсе в 5 (зачет) и 6 (экзамен) семестрах.

Изучение квантовой механики базируется на следующих дисциплинах: «Математический анализ», «Атомная физика», «Методы математической физики». Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении специальных дисциплин.

Цель.

Цель изучения дисциплины – приобретение систематизированных знаний по основам квантовой механики.

Задачи:

Изучение основных принципов квантовой механики;

Освоение математического аппарата квантовой механики;

Изучение основных понятий и уравнений квантовой механики;

Приобретение навыков решения задач по дисциплине.

Для полноценного освоения содержания дисциплины студенты должны обладать предварительными компетенциями: способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3)

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знает	Теоретические основания квантовой теории, основные физические системы и законы, описываемые квантовой теорией.
	Умеет	Решать типовые задачи квантовой теории, уметь использовать методы квантовой механики в процессе исследований
	Владеет	Точными и приближенными методами квантовой теории, методами математического анализа, теоретического моделирования.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Квантовая механика» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: дискуссии во время практических занятий по поводу различных способов получения решений некоторых уравнений с привлечением оппонентов из числа студентов, совместное обсуждение физического смысла решений.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (54 часа)

Раздел 1. Физические основы и математический аппарат квантовой теории (6 часов)

Тема 1. Излучение абсолютно черного тела: Фотоэффект. Спектр атома водорода. (2 часа)

Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Спектр излучения абсолютно черного тела. Кванты энергии и постоянная Планка. Фотоэффект. Спектр атома водорода.

Тема 2. Векторы и операторы (3 час)

Линейное векторное пространство и его свойства. Скалярное произведение. Норма вектора. Линейные операторы в гильбертовом пространстве. Коммутирующие и не коммутирующие операторы. Свойства

собственных векторов и собственных линейных самосопряженных операторов.

Тема 3. Теория представлений (3 час)

Матрицы операторов и представления волновой функции. Эквивалентность любого представления гильбертова пространства матричному. Переход от одного представления к другому как унитарное преобразование. Координатное и импульсное представления. Волновая функция, ее вероятностная интерпретация.

Тема 4. Уравнение движения (4 часа)

Временное уравнение Шредингера. Причинность. Плотность потока вероятности. Стационарные состояния. Решение задачи с начальными условиями. Зависимость средних от времени. Интегралы движения.

Раздел 2. Простейшие точно решаемые задачи (10 часов)

Тема 1. Потенциальная яма (2 часа)

Конечная потенциальная яма. Дискретный спектр. Туннельный эффект.

Тема 2. Гармонический осциллятор (4 часа)

Спектр энергий. Волновые функции. Нулевая энергия гармонического осциллятора и соотношение неопределенности. Гармонический осциллятор в представлении операторов рождения-уничтожения.

Тема 3. Кулоновский потенциал (4 часа)

Движение в центральном поле. Спектр и волновые функции атома водорода.

Раздел 3. Момент импульса в квантовой теории (6 часов)

Тема 1. Орбитальный момент импульса (3 час)

Магнитный и механический момент атома. Собственные значения и собственные функции момента импульса. Сложение двух моментов импульса.

Тема 2. Спин (3 час)

Спин электрона. Спиновые функции. Уравнения Паули. Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева.

Раздел 4. Приближенные методы вычисления собственных значений и собственных функций операторов (4 часа)

Тема 1. Теория возмущений в состояниях с дискретным спектром (2 часа)

Теория возмущений (невырожденные состояния). Теория возмущений при наличии вырождения. Теория нестационарных возмущений. Переход системы из одного состояния в другое под действием возмущения.

Тема 2. Другие приближенные методы (2 часа)

Вариационный метод. Метод канонических преобразований. Интегральная форма теории возмущений.

Раздел 5. Спин и тождественность частиц (10 часов)

Тема 1. Спин. Тожественные частицы. (2 час)

Операторы спина. Матрицы Паули. Собственные функции оператора спина. Матрица поворотов.

Принцип тождественности частиц. Уравнение Шредингера для тождественных частиц. Симметричные и антисимметричные состояния. Схемы Юнга. Волновые функции системы двух электронов.

Тема 3. Атом гелия (2 час)

Элементарная теория основного состояния атомов с двумя электронами. Возбужденные состояния атома гелия. Орто – и парагелий. Обменное взаимодействие в системе двух электронов.

Тема 4. Описание многоэлектронных систем (6 часов)

Метод самосогласованного поля (метод Хартри – Фока). Статистическая модель атома (метод Томаса – Ферми). Периодическая система химических элементов (Менделеева).

Раздел 6. Вторичное квантование в системе бозонов (4 часа)

Тема 1. Фотоны (2 часа)

Собственные колебания и квантование электромагнитного поля. Фотоны с определенным моментом и четностью.

Тема 2. Фононы. Взаимодействие в системе бозонов (2 часа)

Вторичное квантование упругого поля. Фононы в трехмерном кристалле.

Раздел 7. Вторичное квантование в системе фермионов (4 часа)

Тема 1. Система невзаимодействующих фермионов (2 часа)

Представление чисел заполнения для систем невзаимодействующих фермионов. Энергия Ферми. «Дырочное» представление. Химический потенциал.

Тема 2. Система взаимодействующих фермионов (2 часа)

Парное взаимодействие в системе фермионов. Каноническое преобразование Боголюбова. Взаимодействие электронов с фононами металла. Основы теории сверхпроводимости.

Раздел 8. Упругое рассеяние частиц (4 часов)

Тема 1. Рассеяние частиц без спина (2 часа)

Амплитуда и сечение рассеяния. Уравнение (Шредингера) теории рассеяния. Функция Грина. Приближение Борна. Рассеяние быстрых заряженных частиц атомами.

Тема 2. Фазовая теория рассеяния (2 часа)

Метод парциальных волн. Интегральное сечение рассеяния. Оптическая теорема. Упругое рассеяние медленных частиц. Упругое рассеяние в кулоновском поле.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (36 часов)

Занятие 1. Основные понятия теории линейных операторов. (2 часа)

Занятие 2. Собственные функции, собственные значения, средние. (2 часа)

Занятие 3. Стационарные состояния дискретного спектра. (2 часа)

Занятие 4. Состояния непрерывного спектра. Прохождение через потенциальные барьеры. (2 часа)

Занятие 5. Системы с несколькими степенями свободы. Частица в периодическом потенциале. (2 часа)

Занятие 6. Общие свойства момента импульса. (2 часа)

Занятие 7. Состояния с малой энергией связи. Частица в совместном поле короткодействующего и далекодействующего потенциалов. (2 часа)

Занятие 8. Системы с аксиальной симметрией. (2 часа)

Занятие 9. Спин. (2 часа)

Занятие 10. Изменение состояния во времени. Представление Шрёдингера. Движение волновых пакетов. (2 часа)

Занятие 11. Изменение во времени физических величин. Интегралы движения. (2 часа)

Занятие 12. Стационарные состояния частицы в присутствии магнитного поля. (2 часа)

Занятие 13. Изменение состояний во времени в присутствии магнитного поля. (2 часа)

Занятие 14. Магнитное поле орбитальных токов и спинового магнитного момента. (2 часа)

Занятие 15. Стационарная теория возмущений (дискретный спектр). (2 часа)

Занятие 16. Вариационный метод. (2 часа)

Занятие 17. Внезапные воздействия. (2 часа)

Занятие 18. Адиабатическое приближение. (2 часа)

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Квантовая механика» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Приложение 1

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Физические основы квантовой теории	ОПК-1	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	Зачет, вопросы № 1 - 6
2	Раздел 2. Математический аппарат квантовой теории	ОПК-1	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	Зачет, вопросы № 7 - 15
3	Раздел 3. Простейшие точно решаемые задачи	ОПК-1	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	Зачет, вопросы № 15 - 20
4	Раздел 4. Момент импульса в квантовой теории	ОПК-1	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	Зачет, вопросы № 21 - 27
5	Раздел 5. Приближенные методы вычисления собственных значений и собственных функций операторов	ОПК1	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	№ 28 - 31
6	Раздел 6. Спин и тождественность частиц	ОПК-1,	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	№ 32 - 34
7	Раздел 7. Вторичное квантование в системе бозонов	ОПК-1,	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	№ 35 - 41
8	Раздел 8. Вторичное квантование в системе фермионов	ОПК-1	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	№ 42
9	Раздел 9. Упругое рассеяние частиц	ОПК-1,	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	№ 43 - 48
10	Раздел 10. Неупругое рассеяние частиц	ОПК-1,	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	№ 49

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Шпольский Э.В. Атомная физика. Том 2. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки. 6-е изд, стер. М.: Лань, 2010. - 448 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=443

2. Давыдов А. С. Квантовая механика: учеб. пособие. 3 изд., стер. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. - 704 с.
<http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&code=квантовая%20механика#none>

3. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. 7-е изд., стер. М.: Лань, 2004. - 672 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=619

4. Карлов Н.В., Кириченко Н.А. Начальные главы квантовой механики. М.: Физматлит, 2006. - 360 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2193

5. Савельев И.В. Основы теоретической физики. В 2-х тт. Том 2. Квантовая механика. 3-е изд., М.: Лань, 2005. - 928 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=621

6. Демидович Б.П. Математические основы квантовой механики. 2-е, стер. М.: Лань, 2005. - 200 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=604

Дополнительная литература

(электронные и печатные издания)

1. Дирак П.А. Принципы квантовой механики. М. Физматгиз. 1960.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. М. Физматгиз. 1974.
3. Соколов А.А., Лоскутов Ю.М., Тернов Ю.М. Квантовая механика. М. Просвещение. 1965.
4. О.Д.Тимофеевская, О.А.Хрусталева Лекции по квантовой механике М. РХД. 2007.
5. Боум А. Квантовая механика, основы и приложения. М. Мир. 1990.
6. Галицкий В.М., Карнаков Б.М., Коган В.И. Задачи по квантовой механике, М.1981.
7. Флюгге З. Задачи по квантовой механике, Т 1,2. М. 1974.

8. Коган В.И., Галицкий В.М. Сборник задач по квантовой механике. М. Гостехиздат, 1956.

9. Гольдман И.И., Кривченков В.Д. Сборник задач по квантовой механике. М. Гостехиздат, 1957.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.physbook.ru/>
2. <http://hep.phys.msu.ru>
3. <http://elementy.ru/trefil/20>
4. http://www.femto.com.ua/articles/part_1/1557.html
5. <http://www.quantumintro.com/>
6. <http://phys.org/physics-news/quantum-physics/>
7. http://www.bbc.co.uk/science/space/universe/questions_and_ideas/quantum_mechanics

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Важной является самостоятельная работа по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его.

Методические указания по сдаче зачета.

Зачеты принимаются ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора филиала по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей.

Форма проведения зачета (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины.

Во время проведения зачета студенты могут пользоваться рабочей программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя,

проводящего зачет, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Зачетные ведомости являются основными первичными документами по учету успеваемости студентов. Администраторы образовательных программ до начала процедуры приема зачетов и экзаменов формируют зачетно-экзаменационные ведомости. При явке на экзамены и зачеты студенты обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору.

Преподаватель заполняет соответствующие графы зачетной книжки студента, а именно: название дисциплины записывается полностью, без сокращений, в соответствии с учебным планом, также указывается фамилия преподавателя, оценка, дата, подпись, трудоемкость дисциплины, указанная в зачетно-экзаменационной ведомости или листе.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливаются оценки: по зачетам: «зачтено» и «не зачтено».

В зачетную книжку студента и в экзаменационную ведомость вносятся только положительные оценки, неудовлетворительные оценки вносятся только в экзаменационную ведомость. При заполнении ведомости не допускаются прочерки или незаполненные графы. Неявка студента на зачет без уважительной причины может быть засчитана как получение неудовлетворительной оценки, при этом в ведомости делается запись «не явился».

Оценки, выставленные экзаменатором по итогам зачетов, не подлежат пересмотру.

Студент, не согласный с выставленной оценкой, имеет право в течение следующего рабочего дня подать заявление, согласованное с руководителем ООП, на имя директора Школы (филиала) с просьбой о передаче экзамена комиссии. В случае обоснованности поданного заявления директор Школы создает комиссию в составе не менее 3 профильных преподавателей по соответствующей кафедре. Оценка, полученная студентом во время передачи экзамена комиссии, является окончательной.

VII. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Excel, PowerPoint, Word и т. д), Open Office, программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующие информационно справочные системы: ЭБС ДВФУ, библиотеки, ресурсы и порталы по естествознанию.

VIII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения о материально-техническом обеспечении и оснащённости образовательного процесса: лекционные и практические занятия проходят в аудиториях, оборудованных соответствующим оборудованием.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

**НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ (ФИЛИАЛА)
ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**
По дисциплине «Квантовая механика»
Направление подготовки 140.800.62
Ядерная физика и технологии
Форма подготовки очная

**Владивосток
2016**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине:

№	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Форма контроля	Нормы времени на выполнение
1	2 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	УО-1(собеседование)	10 часов
2	4 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	УО-1(собеседование)	10 часов
3	6 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	УО-1(собеседование)	10 часов
4	8 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	УО-1(собеседование)	10 часов
5	10 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	ПР-2 (контрольная работа)	10 часов
6	12 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	УО-1(собеседование)	10 часов
7	14 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	УО-1(собеседование)	10 часов
8	16 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	УО-1(собеседование)	10 часов
9	18 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	ПР-2 (контрольная работа)	10 часов

Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

Самостоятельная работа помогает студентам:

Овладеть знаниями:

Чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста работа со справочниками и др. справочной литературой, использование компьютерной техники и интернета.

Закреплять и систематизировать знания:

Работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности и уровня умений студентов.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов должен осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа на лекции

Работа на лекции способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме. Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Работа с литературными источниками

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения вопросами способствует знакомство с дополнительной литературой.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Требования к конспекту для практических занятий:

Должен быть в отдельной тетради, подписанный.

Обязательно писать план занятия с указанием темы, вопросов, списка литературы и источников.

Отражать проблематику всех поставленных вопросов (анализ источника, литературы).

Иметь по ним аргументированные выводы. Слово «аргументированные» является ключевым. Главное - доказуемость выводов.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

Соотнесение содержания контроля с целями обучения;

Объективность контроля.

Дифференциацию контрольно-измерительных материалов.

Формы контроля самостоятельной работы:

Работа на семинарских занятиях. Зачет.

Критерии оценки результатов самостоятельной работы

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

Уровень освоения студентами учебного материала;

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

Обоснованность и четкость изложения ответа;

Оформление материала в соответствии с требованиями;

Умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;

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

Умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой.

Примеры контрольных работ

Вариант 1.

1. Для заряженной частицы, находящейся в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме в основном состоянии, найти электрическую поляризуемость.

2. Какую кратность вырождения может иметь первый возбужденный уровень бесспиновой частицы в центрально-симметричном поле (перечислить все возможные значения)?

Вариант 2

1. Свободная нейтральная частица со спином $s = 1/2$, имеющая спиновый магнитный момент μ , находится в однородном магнитном поле H_0 в состоянии с определенным значением проекции спина на направление поля. Найти вероятность излучения фотона в единицу времени в результате переворота спина.

2. Найти величину сверхтонкого расщепления основного состояния атома водорода. 3) В системе тождественных частиц имеется взаимодействие с внешним полем, а также парное взаимодействие между частицами. Записать гамильтониан H и оператор числа частиц N во вторичном квантовании. Вычислить коммутатор $[H, N]$.

Критерии оценки контрольных работ

Отметка "Отлично"

1. Ответ сформирован полно, правильно обоснован ход суждения.
2. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.

Отметка "Хорошо"

1. Ответ сформирован полно, правильно обоснован ход суждения.
4. Допущены 1-2 несущественные ошибки.

Отметка "Удовлетворительно"

1. Знание только основного материала, но не деталей.
2. Допущены ошибки и неточности в ответах.

Отметка "Неудовлетворительно"

1. Незнание или непонимание наиболее существенной части учебного материала.
2. Не дан ответ на значительную часть вопросов, имеются существенные ошибки.

Приложение 2 к рабочей программе учебной дисциплины



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ (ФИЛИАЛА)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
По дисциплине «Квантовая механика»
Направление подготовки – 140.800.62
Ядерные физика и технологии
Форма подготовки очная

Владивосток
2016

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знает	Теоретические основания квантовой теории, основные физические системы и законы, описываемые квантовой теорией.
	Умеет	Решать типовые задачи квантовой теории, уметь использовать методы квантовой механики в процессе исследований
	Владеет	Точными и приближенными методами квантовой теории, методами математического анализа.

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Физические основы квантовой теории	ОПК-1,	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	Вопросы № 1 - 6
2	Раздел 2. Математический аппарат квантовой теории	ОПК-1	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	Вопросы № 7 - 15
3	Раздел 3. Простейшие точно решаемые задачи	ОПК-1	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	Вопросы № 15 - 20
4	Раздел 4. Момент импульса в квантовой теории	ОПК-1	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	Вопросы № 21 - 27
5	Раздел 5. Приближенные методы вычисления собственных значений и собственных функций операторов	ОПК-1	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	Вопросы № 28 - 31
6	Раздел 6. Спин и тождественность частиц	ОПК-1	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	Вопросы № 32 - 34

7	Раздел 7. Вторичное квантование в системе бозонов	ОПК-1	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	Вопросы № 35 - 41
8	Раздел 8. Вторичное квантование в системе фермионов	ОПК-1	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	Вопросы № 42
9	Раздел 9. Упругое рассеяние частиц	ОПК-1	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	Вопросы № 43 - 48
10	Раздел 10. Неупругое рассеяние частиц	ОПК-1	Знание, умение	УО-1 (собеседование)	Вопрос № 49

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	Баллы
<p>ОПК-1</p> <p>Способность использовать основные законы естественных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	Знает (пороговый уровень)	<p>Теоретические основания квантовой теории, основные физические системы и законы, описываемые квантовой механикой.</p>	<p>Знание теоретических оснований квантовой механики.</p>	<p>Способность перечислить и охарактеризовать основные физические системы и законы, описываемые квантовой механикой.</p>	45-64
	Умеет (продвинутый)	<p>Решать типовые задачи квантовой механики.</p>	<p>Умение решать типовые задачи квантовой механики.</p>	<p>Способность решать квантовомеханические задачи.</p>	65-84
	Владеет (высокий)	<p>Точными и приближенными методами квантовой механики.</p>	<p>Владеет методам и квантовой механики.</p>	<p>Способность применить точные и приближенные методы квантовой механики при решении конкретных задач.</p>	85-100

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ по дисциплине «Квантовая механика»

1. Основные понятия теории линейных операторов.
2. Собственные функции, собственные значения, средние.
3. Проекционные операторы.
4. Представления операторов и волновых функций. Унитарные преобразования.
5. Стационарные состояния дискретного спектра.
6. Уравнение Шрёдингера в импульсном представлении. Функция Грина уравнения Шрёдингера. Интегральная форма уравнения Шрёдингера.
7. Состояния непрерывного спектра. Прохождение через потенциальные барьеры.
8. Системы с несколькими степенями свободы. Частица в периодическом потенциале.
9. Общие свойства момента импульса.
10. Момент $L = 1$.
11. Сложение моментов.
12. Тензорный формализм в теории момента.
13. Состояния дискретного спектра в центральных полях.
14. Состояния с малой энергией связи. Частица в совместном поле короткодействующего и далекодействующего потенциалов.
15. Системы с аксиальной симметрией.
16. Спин.
17. Спин-орбитальные состояния частицы со спином $a = 1/2$. Высшие спины.
18. Спиновая (поляризационная) матрица плотности. Угловые распределения и корреляции в распадах.
19. Изменение состояния во времени. Представление Шрёдингера. Движение волновых пакетов.
20. Изменение во времени физических величин. Интегралы движения.
21. Унитарные преобразования, зависящие от времени. Гейзенберговское представление.
22. Временные функции Грина.
23. Квазистационарные и квазиэнергетические состояния.
24. Стационарные состояния частицы в присутствии магнитного поля.
25. Изменение состояний во времени в присутствии магнитного поля.
26. Магнитное поле орбитальных токов и спинового магнитного момента.
27. Стационарная теория возмущений (дискретный спектр).
28. Вариационный метод.
29. Стационарная теория возмущений (непрерывный спектр).
30. Нестационарная теория возмущений. Переходы в непрерывном спектре.
31. Внезапные воздействия.
32. Адиабатическое приближение.
33. Квазиклассическое приближение.

34. Квантование энергетического спектра.
35. Квазиклассические волновые функции, вероятности и средние.
36. $1/N$ -разложение в квантовой механике.

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ по дисциплине «Квантовая механика»

1. Спектр излучения абсолютно черного тела.
2. Кванты энергии и постоянная Планка.
3. Законы фотоэффекта.
4. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
5. Элементарная боровская теория строения атома водорода.
6. Спектр атома водорода. Затруднения теории Бора. Волны материи.
7. Линейное векторное пространство и его свойства. Скалярное произведение. Нормировка вектора.
8. Линейные операторы в гильбертовом пространстве. Коммутирующие и некоммутирующие операторы.
9. Свойства собственных векторов и собственных линейных самосопряженных операторов.
10. Матрицы операторов и представления волновой функции. Эквивалентность любого представления гильбертова пространства матричному.
11. Переход от одного представления к другому как унитарное преобразование. Координатное и импульсное представления.
12. Волновая функция, ее вероятностная интерпретация.
13. Временное уравнение Шредингера. Причинность. Плотность потока вероятности.
14. Стационарные состояния. Решение задачи с начальными условиями.
15. Зависимость средних от времени. Интегралы движения.
16. Потенциальная яма. Дискретный спектр. Туннельный эффект.
17. Гармонический осциллятор. Спектр энергий. Волновые функции.
18. Нулевая энергия гармонического осциллятора и соотношение неопределенности. Гармонический осциллятор в представлении операторов рождения-уничтожения.
19. Кулоновский потенциал. Движение в центральном поле.
20. Спектр и волновые функции атома водорода.
21. Момент импульса в квантовой теории.
22. Магнитный и механический момент атома.
23. Собственные значения и собственные функции момента импульса.
24. Сложение двух моментов импульса.
25. Спин электрона. Спиновые функции.
26. Уравнения Паули. Принцип Паули.
27. Периодическая система элементов Менделеева.
28. Теория стационарных возмущений (невырожденные состояния).
29. Теория стационарных возмущений (вырожденные состояния).
30. Теория нестационарных возмущений.
31. Применение вариационного метода для расчета энергии системы.

32. Принцип тождественности частиц. Симметричные и антисимметричные состояния. Волновые функции системы двух электронов.
33. Обменное взаимодействие в системе двух электронов.
34. Атом гелия. Орто- и парагелий.
35. Метод самосогласованного поля (Хартри-Фока).
36. Статистическая модель атома.
37. Вторичное квантование. Волновая функция в системе бозонов.
38. Операторы физических величин в представлении чисел заполнения.
39. Собственные колебания и квантование электромагнитного поля.
40. Фотон. Энергия, импульс и момент импульса фотона.
41. Взаимодействие заряженной частицы с электромагнитным полем.
42. Вторичное квантование и волновая функция в системе фермионов.
43. Упругое рассеяние частиц без спина. Амплитуда и сечение рассеяния. Уравнение и функция Грина для задачи рассеяния.
44. Теория упругого рассеяния в приближении Борна.
45. Борновское рассеяние атомами быстрых заряженных частиц.
46. Фазовая теория рассеяния. Оптическая теорема.
47. Упругое рассеяние на сферической прямоугольной потенциальной яме.
48. Упругое рассеяние тождественных частиц.
49. Общая теория неупругого рассеяния. Каналы рассеяния. Оптическая теорема.

Критерии оценки на зачете по дисциплине

«Квантовая механика»

Оценка «зачтено» ставится, если ответ обнаруживает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

Оценка «не зачтено» ставится, если ответ обнаруживает незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Критерии оценки на экзамене по дисциплине

«Квантовая механика»

Оценка «отлично» ставится, если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и

полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

Оценка **«хорошо»** ставится, если ответ обнаруживает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится, если ответ свидетельствует в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличается недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится, если ответ обнаруживает незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.