

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ястребов Олег Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 16.05.2024 11:42:25

Уникальный программный ключ:

ca953a01204891083f939673076ef1a989aae18a

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Факультет физико-математических и естественных наук

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

03.03.02 ФИЗИКА

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

ФИЗИКА

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2024 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Квантовая теория» входит в программу бакалавриата «Физика» по направлению 03.03.02 «Физика» и изучается в 6, 7 семестрах 3, 4 курсов. Дисциплину реализует Научно-образовательный институт физических исследований и технологий. Дисциплина состоит из 10 разделов и 10 тем и направлена на изучение одного из разделов теоретической физики.

Целью освоения дисциплины является изучение микроскопической теории вещества. Курс опирается на полученные ранее знания по математике (математический анализ, методы математической физики) и физике (классическая и релятивистская механика, электродинамика) и в свою очередь является основой специальных курсов.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Квантовая теория» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	ОПК-1.1 Знает основные законы, модели и методы исследования физических процессов и явлений; ОПК-1.2 Применяет физические и математические модели и методы при решении теоретических и прикладных задач;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Квантовая теория» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Квантовая теория».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	Химия; Физический практикум по механике; Теоретическая механика; Механика; Молекулярная физика; Электричество и магнетизм; Оптика; Атомная физика; Математический анализ; Электродинамика; Физический практикум по	

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
		молекулярной физике; Физический практикум по электричеству и магнетизму; Физический практикум по оптике; Физический практикум по атомной физике; Линейная алгебра и аналитическая геометрия; Дифференциальные уравнения; Теория вероятностей и математическая статистика; Уравнения математической физики; Векторный и тензорный анализ; Теория функций комплексного переменного; Интегральные уравнения и вариационное исчисление;	

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Квантовая теория» составляет «6» зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)	
			6	7
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	136		64	72
Лекции (ЛК)	68		32	36
Лабораторные работы (ЛР)	0		0	0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	68		32	36
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	62		8	54
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	18		0	18
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	216	72	144
	зач.ед.	6	2	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Предмет квантовой теории.	1.1	Предмет и место квантовой механики в структуре теоретической физики. Классические и квантовые закономерности. Принцип причинности в квантовой области. Диалектика непрерывного и дискретного в квантовой теории (корпускулярно-волновые свойства микробъектов).	ЛК, СЗ
Раздел 2	Основные положения квантовой теории.	2.1	Аналогия между классической механикой и оптикой. Волновые пакеты. Групповая и фазовая скорости. Постоянная Планка. Уравнение Шредингера (общий и стационарный случаи). Интерпретация волновой функции и состояния физических систем. Простейшие одномерные задачи. Линейный осциллятор с точки зрения уравнения Шредингера. Линейные операторы. Собственные функции оператора Гамильтона и их ортогональность. Общая теория линейных операторов. Собственные значения и собственные функции эрмитовых операторов. Операторы материальной точки (координата, импульс, момент импульса). Квазиклассическое приближение. Метод Вентцеля–Крамерса–Бриллюэна. Квантование по Бору–Зоммерфельду.	ЛК, СЗ
Раздел 3	Соотношение неопределенностей и задача об атоме водорода.	3.1	Соотношение неопределенностей. Различные пути вывода соотношения неопределенностей для координаты и импульса, для времени и энергии. Объективный характер ограничений, накладываемых соотношением неопределенности, и их интерпретация в физике. Использование соотношения неопределенностей для качественных оценок в квантовой теории. Матричное представление операторов. Алгебра матриц. Эрмитовы матрицы. Задачи о собственных значениях. Унитарные матрицы и преобразования. Наблюдаемые величины и матричное представление соответствующих операторов. Момент импульса. Перестановочные соотношения для компонент момента. Собственные значения момента и собственные функции. Связь между орбитальным и магнитным квантовыми числами. Электрон в центральном поле. Сферические функции. Общий случай центральных сил. Атом водорода и классификация уровней.	ЛК, СЗ
Раздел 4	Квантовая динамика.	4.1	Зависимость наблюдаемых величин от времени. Шредингеровское и гейзенберговское представления. Квантовые скобки Пуассона. Квантовые уравнения Гамильтона. Законы сохранения и сохраняющиеся величины. Преобразования симметрии. Квантовый аспект теоремы Нетер. Законы сохранения энергии, импульса, момента, четности.	ЛК, СЗ
Раздел 5	Теория возмущений.	5.1	Стационарная теория возмущений. Линейный осциллятор, возмущенный постоянной силой.	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
			Эффект Зеемана без учета спина. Метод Ритца и Галеркина. Решение задачи об осцилляторе по методу Ритца. Случай вырождения. Эффект Штарка для водорода. Нестационарная теория возмущений. Квантовые переходы. Борновское приближение и задачи о рассеянии. Испускание и поглощение радиации. Метод коэффициентов Эйнштейна. Правила отбора и свойства собственных функций.	
Раздел 6	Спин и теория многих частиц.	6.1	Теория спина Паули. Матрицы Паули. Спин и магнитный момент. Электрон в центральном поле (спиновые нерелятивистские поправки и релятивистские бесспиновые поправки). Нормальный и аномальный эффекты Зеемана. Сложение векторов момента. Векторная модель атома. Периодическая система элементов Менделеева. Тонкая структура спектральных линий. Атомные мультиплеты. Система тождественных частиц. Принцип Паули. Статистики Больцмана, статистика Бозе–Эйнштейна и статистика Ферми–Дирака. Статистические веса. Задача многих тел в квантовой механике. Теория атома гелия. Ортогелий и парагелий. Молекула водорода. Ортоводород и параводород. Экспериментальное подтверждение принципа Паули.	ЛК, СЗ
Раздел 7	Основы квантовой теории рассеяния.	7.1	Основы теории столкновений. Фазовый анализ. Рассеяние твердой сферой, кулоновским полем, явление тени. Матрица рассеяния. Парциальное разложение матрицы рассеяния. Борновский ряд.	ЛК, СЗ
Раздел 8	Основы релятивистской квантовой теории.	8.1	Релятивистский электрон Дирака. Теория свободного электрона Дирака. Матрицы Дирака и их свойства. Гамильтониан. Неопределенность знака энергии и истолкование отрицательных уровней энергии. Спин электрона. Электрон Дирака в электромагнитном поле (общая теория). Теория атома водорода в последовательной релятивистской форме. Закон преобразования дираковских спиноров и конструирование тензоров из спинорных волновых функций и матриц Дирака.	ЛК, СЗ
Раздел 9	Основные представления квантовой теории поля и физики частиц.	9.1	Распространение квантовой механики на случай переменного числа частиц (вторичное квантование). Поле как совокупность осцилляторов. Обобщение канонических перестановочных соотношений на случай поля. Частицы как возбуждения поля. Основные понятия об элементарных частицах, таблица элементарных частиц. Законы сохранения в микромире. Барионный и лептонный заряды. Классификация элементарных частиц: приближенные симметрии и приближенные законы сохранения (изотопический спин и странность, G -четность, унитарный спин).	ЛК, СЗ
Раздел 10	Основы физики элементарных частиц.	10.1	Иерархия взаимодействий элементарных частиц: сильные, электромагнитные и слабые взаимодействия, их особенности. Составные модели элементарных частиц (восьмеричный путь, кварки). Квантовая хромодинамика	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
			(глюоны как переносчики взаимодействия). Принцип калибровочной симметрии. Электрослабая теория. Релятивистское описание элементарных частиц: основные типы полей(скалярное, векторное, спинорное) и уравнения для них. Связь спина со статистикой. Основные дискретные симметрии: отражения пространства и времени, зарядовое сопряжение. СРТ-теорема. Космические лучи, их состав и спектр. Теории множественного образования элементарных частиц. Каскадные процессы. Теории происхождения космических лучей.	

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика в 10 томах. т.3. Квантовая механика (нерелятивная теория) / Л.Д. Ландау, Е.М. Лившиц. - М.: Физматлит, 2016. - 800 с.
2. Иродов, И.Е. Квантовая физика. Основные законы: Учебное пособие / И.Е. Иродов. - М.: Бином, 2014. - 256 с.

Дополнительная литература:

1. Соколов А.А. и Тернов И.М. Квантовая механика и атомная физика. М.: Просвещение, 1970. 424 с.

2. Энрико Ферми. Лекции по квантовой механике. Ижевск. Регулярная и хаотическая динамика. 2000

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Квантовая теория».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Квантовая теория» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент ИФИТ

Должность, БУП

Подпись

Саха Биджан

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

И.О.директора ИФИТ

Должность БУП

Подпись

Кравченко Николай

Юрьевич

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Профессор

Должность, БУП

Подпись

Лоза Олег Тимофеевич

Фамилия И.О.