

КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

1. Цель освоения дисциплины

Сформировать систематизированные знания по разделу теоретической физики квантовая механика.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Квантовая механика» относится к вариативной части блока дисциплин. Для освоения дисциплины «Квантовая механика» обучающиеся используют знания, умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения дисциплин «Микроэлектроника», «Радиотехника», «Электротехника», прохождения практики «Учебная (проектная) практика».

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин «Актуальные проблемы физического образования», «Астрономия», «Инновационные технологии обучения физике», «История естествознания и техники», «Методы и технологии решения физических задач», «Физика колебаний», «Физика неравновесных систем», «Физика ядра и элементарных частиц», «Электронные процессы в твердых телах», прохождения практик «Преддипломная практика», «Учебная (методическая) практика».

3. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины выпускник должен обладать следующими компетенциями:

– владеет системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях, методами организации и постановки физического эксперимента, теорией и практикой организации физического образования (ПКР-2).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать

– основные принципы квантовой механики: свойства волновых функций и операторов динамических величин;

– приближенные методы квантовой механики;

уметь

– решать типовые задачи на нахождение собственных значений операторов динамических переменных;

владеть

– методами решения типовых задач квантовой механики.

4. Общая трудоёмкость дисциплины и её распределение

количество зачётных единиц – 4,

общая трудоёмкость дисциплины в часах – 144 ч. (в т. ч. аудиторных часов – 58 ч., СРС – 50 ч.),

распределение по семестрам – 8,

форма и место отчётности – экзамен (8 семестр).

5. Краткое содержание дисциплины

Математический аппарат квантовой механики.

Волновые свойства частиц. Гипотеза де Бройля. Соотношения неопределенностей. Собственные значения и собственные функции эрмитовых операторов. Матрица оператора. Условие, при котором два оператора имеют общий набор собственных функций. Постулаты квантовой механики. Волновая функция. Принцип суперпозиции состояний. Уравнение Шредингера. Вычисление средних значений динамических величин. Переход от одного представления к другому. Унитарный оператор и унитарные преобразования. Зависимость состояний и операторов от времени. Представления Шредингера и Гейзенберга. Квантовые уравнения движения. Квантовые скобки Пуассона. Представление взаимодействия. Операторы координаты, импульса, момента импульса, энергии (гамильтониан). Структура общего решения уравнения Шредингера для частицы в стационарном поле. Стационарное уравнение Шредингера. Гамильтониан частицы в сферически симметричном поле. Сферические функции, полиномы Лежандра. Плотность потока вероятности. Уравнение непрерывности. Принцип тождественности частиц. Бозоны и фермионы. Метод вторичного квантования. Операторы рождения и уничтожения частиц.

Движение частиц в силовых полях.

Одномерная потенциальная яма. Граничные условия. Бесконечно глубокая прямоугольная потенциальная яма. Одномерный прямоугольный потенциальный барьер. Прозрачность барьера. Движение частицы в периодическом поле. Теорема Блоха. Дисперсионное соотношение. Энергетические зоны. Запрещенные и разрешенные зоны. Одномерный гармонический осциллятор (метод вторичного квантования). Основное состояние гармонического осциллятора. Полиномы Эрмита. Принцип дополнительности. Матрица импульса и матрица координаты гармонического осциллятора в энергетическом представлении. Электрон в магнитном поле. Уровни Ландау. Атом водорода. Уравнение для радиальной части волновой функции. Полиномы Лагерра. Собственные значения энергии электрона в атоме водорода. Главное квантовое число. Орбиталь. Основное состояние атома водорода. Квантовомеханический смысл первого боровского радиуса. Магнитный момент атома. Магнетон Бора.

Приближенные методы в квантовой механике.

Стационарная теория возмущений невырожденных состояний. Возмущение вырожденных состояний. Секулярное уравнение. Возмущение двукратно вырожденного уровня. Эффект Штарка. Нестационарная теория возмущений. Квантовые переходы. Переход системы из дискретного спектра в квазинепрерывный. Плотность состояний. Золотое правило Ферми. Квантовые переходы в двухуровневой системе. Взаимодействие квантовых систем с ЭМ излучением. Правила отбора для гармонического осциллятора и для атома водорода. Упругое рассеяние частиц. Формула Резерфорда. Квазиклассическое приближение. Правила квантования Бора-Зоммерфельда. Квантование ЭМ поля. Элементы релятивистской квантовой теории. Уравнение Дирака. Позитрон. Спин. Опытные обоснования существования спина. Матрицы Паули. Уравнение Паули.

6. Разработчик

Кухарь Егор Иванович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики и физики ФГБОУ ВО "ВГСПУ",
Глазов Сергей Юрьевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики и физики ФГБОУ ВО "ВГСПУ",
Сыродоев Геннадий Алексеевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики и физики ФГБОУ ВО "ВГСПУ".