

ПРОГРАММА КУРСА "ВВЕДЕНИЕ В КВАНТОВУЮ ФИЗИКУ"

1. Введение

Основные этапы становления квантовой физики. Экспериментальные свидетельства недостаточности классического описания, приведшие к появлению квантовой физики. Порядки физических величин в квантовой физике. Постоянная Планка. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Естественная система единиц.

2. Дискретность атомных состояний. Атомные спектры

Экспериментальные закономерности в линейчатых спектрах. Несовместимость закономерностей излучения с классическими представлениями. опыты Резерфорда.

Модели атома. Постулаты Бора. Принцип соответствия. Опыт Франка и Герца.

3. Корпускулярные свойства электромагнитных волн

Квантовые свойства электромагнитного излучения. Фотоэффект. Фотоны. Энергия и импульс фотона. Регистрация одиночных фотонов. Опыт Боте. Тепловое излучение. Формула Планка. Рассеяние света частицей. Эффект Комптона.

4. Волновые свойства частиц

Гипотеза де Бройля. Статистический смысл амплитуды волны де Бройля. Экспериментальные подтверждения волновых свойств частиц. Опыт Дэвиссона и Джермера. Дифракция электронов, нейтронов, атомов и молекул. Интерференция электронов на двух щелях (схема Юнга).

5. Постулаты квантовой механики.

Описание состояния системы в квантовой теории. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Операторы основных физических величин. Собственные значения и собственные функции оператора. Принцип суперпозиции состояний. Средние значения физических величин. Коммутирующие и некоммутирующие операторы. Проблема одновременного измерения физических величин. Векторное пространство состояний. Обозначения Дирака.

6. Простейшие модели квантовой механики и их физические реализации.

Свободная частица. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект. Альфа-распад. Частица в прямоугольной потенциальной яме. Гармонический осциллятор. Движение в центральном поле.

7. Физика атомов и молекул.

Квантование атома водорода. Пространственное квантование. Квантовые числа. Кратность вырождения энергетических уровней. Спектры щелочных металлов. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Принцип Паули. Заполнение электронных оболочек.

Периодическая система элементов Менделеева. Характеристические рентгеновские спектры.

Механизмы образования молекул. Типы химических связей. Электронные, колебательные и вращательные уровни энергии молекул. Методы исследования молекулярных спектров: люминесценция, ИК поглощение, комбинационное рассеяние света.

8. Ансамбли квантовых частиц и элементы физики конденсированного состояния

Принцип тождественности квантовых частиц. Фермионы, бозоны. Идеальные квантовые газы. Плотность квантовых состояний. Статистика Ферми – Дирака. Квантовая теория свободных электронов в металле. Импульс и энергия Ферми. Теплоемкость электронного газа. Статистика Бозе – Эйнштейна. Понятие о Бозе - Эйнштейновской конденсации. Колебания кристаллической решетки. Фононы. Теплоемкость решеток. Теория Эйнштейна. Теория Дебая.

Электроны в периодическом потенциале. Энергетические зоны в кристаллах. Металлы. Полупроводники. Диэлектрики.

9. Физические основы квантовой электроники

Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна, связь с формулой Планка. Естественное время жизни уровня. Уширение спектральных линий. Квантовые генераторы.

10. Квантовый размерный эффект.

Общие представления о наноструктурах. Энергетический спектр и плотность состояний квантовых ям, квантовых проволок и квантовых точек. Методы получения и применения наноструктур.