

ПРОГРАММА КУРСА "ВВЕДЕНИЕ В КВАНТОВУЮ ФИЗИКУ"

1. Введение

Основные этапы становления квантовой физики. Экспериментальные свидетельства недостаточности классического описания, приведшие к появлению квантовой физики. Порядки величин в квантовой физике. Шкала масштабов физики атомов и наноструктур. Постоянная Планка. Атомная система единиц.

2. Корпускулярные и волновые свойства электромагнитных волн

Электромагнитные волны. Свойства плоских электромагнитных волн. Энергетические характеристики света. Модулированные волны. Фазовая и групповая скорость.

Квантовые свойства электромагнитного излучения. Корпускулярная и волновая интерпретации опытов Юнга и Винера. Фотоэффект. Фотоны. Энергия и импульс фотона. Регистрация одиночных фотонов. Тепловое излучение. Формула Планка. Рассеяние света частицей. Эффект Комптона.

3. Дискретность атомных состояний. Атомные спектры.

Атомные спектры. Возбуждение спектров излучения. Экспериментальные закономерности в линейчатых спектрах. Несовместимость закономерностей излучения с классическими представлениями.

Модели атома. Опыты Резерфорда. Постулаты Бора.

4. Волновые свойства частиц

Экспериментальные подтверждения волновых свойств частиц. Дифракция электронов, нейтронов, атомов и молекул.

Волны де Бройля. Уравнения де Бройля. Статистический смысл амплитуды волны де Бройля. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.

5. Элементы квантовой механики.

Уравнение Шредингера. Смысл волновой функции. Операторы физических величин. Стационарные состояния. Наблюдаемые величины.

Простейшие модели квантовой механики и их физические реализации. Свободная частица. Частица в прямоугольной потенциальной яме. Туннелирование частиц сквозь барьер. Гармонический осциллятор. Движение в центральном поле.

6. Физика атомов и молекул.

Атом. Моменты импульса и магнитные моменты электронов и атомов. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона. Принцип Паули. Структура и спектры сложных атомов. Периодическая система элементов Менделеева.

Типы химических связей (Ван-дер-Ваальсова, ковалентная, ионная). Гибридные орбитали. Понятие об электронной, колебательной и вращательной энергии молекул.

6. Ансамбли квантовых частиц и элементы физики конденсированного состояния

Идеальные квантовые газы. Спин. Фермионы, бозоны. Статистика тождественных частиц. Импульс и энергия Ферми. Теплоемкость электронного газа. Понятие о Бозе-Эйнштейновской конденсации.

Электроны в периодическом потенциале. Зоны Бриллюэна. Теорема Блоха. Энергетические зоны в кристаллах. Электрон в кристалле как волновой пакет. Металлы. Полупроводники. Диэлектрики.

Фононы. Температура Дебая. Теплоемкость решеток. Закон Дебая.

7. Физические основы квантовой электроники

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

8. Общие представления о системах с пониженной размерностью. Двумерные системы, квантовые проволоки, и квантовые точки. Множественные квантовые ямы и сверхрешетки. Гетероструктуры.