

Курс лекций «Квантовая теория»

Глава 1. Волновая функция и уравнение Шредингера

1. Корпускулярно-волновой дуализм.
2. Волновая функция и уравнение Шредингера. Оператор Гамильтона.
3. Уравнение неразрывности. Плотность потока вероятности.
4. Стационарное уравнение Шредингера. Дискретный и непрерывный спектры энергии.
5. Свободное движение частицы. Нормировка волновых функций.
6. Принцип соответствия. Линейные операторы. Импульсное представление.
7. Средние значения физических величин.

Глава 2. Основные задачи квантовой механики

1. Одномерная прямоугольная потенциальная яма. Граничные условия. Квантовые ямы с бесконечно высокими и конечными барьерами. Четность состояний в симметричных ямах. Количество связанных состояний в яме с конечными барьерами. Пределы глубокой и мелкой ямы.
2. Одномерный прямоугольный потенциальный барьер. Туннелирование частиц. Коэффициенты прохождения и отражения. Зависимость коэффициента прохождения от энергии частицы. Осцилляции коэффициента прохождения при надбарьерном прохождении. Почти прозрачный и слабо проницаемый барьеры.
3. Метод матриц переноса.
4. Применение метода матриц переноса для расчета коэффициента прохождения частицы через барьер и уровней размерного квантования в потенциальной яме.
5. Линейный гармонический осциллятор. Спектр энергии и волновые функции. Полиномы Эрмита.
6. Движение частицы в одномерном периодическом потенциале. Зоны Бриллюэна. Теорема Блоха.
7. Периодический потенциал «дираковская гребенка». Разрешенные и запрещенные зоны энергии.
8. Движение в центрально-симметричном поле. Оператор момента импульса. Сферические функции.
9. Стоячие сферические волны. Нормировка волновых функций.
10. Атом водорода. Спектр энергии и волновые функции. Полиномы Лагерра.

Глава 3. Основные принципы квантовой механики

1. Матричная формулировка квантовой механики.
2. Эрмитовое сопряжение операторов. Эрмитовы операторы.
3. Гармонический осциллятор в операторном виде.
4. Коммутаторы операторов. Одновременная измеримость физических величин. Соотношения неопределенности Гейзенберга.
5. Дифференцирование операторов по времени.
6. Основы теории представлений. Представления Шредингера и Гейзенберга.
7. Матрица плотности. Принцип квантовых биений.

Глава 4. Теория возмущений

1. Возмущения, не зависящие от времени. Теория возмущений для невырожденного уровня.
2. Вычисление энергии основного состояния атома гелия по теории возмущений.
3. Вариационный метод расчета основного состояния. Вычисление энергии основного состояния атома гелия вариационным методом.
4. Теория возмущений для вырожденных уровней. Секулярное уравнение.
5. Расщепление уровней в электрическом поле (эффект Штарка) в атоме водорода.
6. Основы теории молекул. Адиабатическое приближение.
7. Теория возмущений, зависящих от времени. Общий формализм.
8. Медленные (адиабатические) возмущения. Геометрическая фаза (фаза Берри).
9. Внезапные возмущения. Вероятности переходов между состояниями.
10. Переходы между дискретными состояниями под влиянием гармонического возмущения. Осцилляции Раби.
11. Переходы в состояния непрерывного спектра под влиянием гармонического возмущения. Золотое правило квантовой механики.

Глава 5. Рассеяние частиц

1. Рассеяние частиц в квантовой механике. Амплитуда рассеяния, сечение рассеяния.
2. Сечение рассеяния в борновском приближении.
3. Рассеяние на кулоновском центре. Формула Резерфорда.
4. Оптическая теорема.

Глава 6. Квазиклассическое приближение

1. Волновая функция в квазиклассическом приближении.
2. Граничные условия для квазиклассической волновой функции.
3. Правило квантования в квазиклассическом случае (правило Бора-Зоммерфельда).
4. Туннелирование частиц через потенциальный барьер. Квазиклассическое приближение.