

ПРОГРАММА
курса «Квантовая механика»
(3-й курс РФФ ХНУ)

1. Основные понятия квантовой механики

- 1.1 Опыты с классическими корпускулами, волнами и электронами.
- 1.2. Волновые свойства частиц. Корпускулярно-волновой дуализм.
- 1.3. Состояние квантовой системы. Волновая функция.
- 1.4. Принцип суперпозиции.
- 1.5. Соотношения неопределенности. Принцип дополнительности.
- 1.6. Принцип причинности.
- 1.7. Процесс измерения в квантовой механике.

2. Уравнение Шредингера

- 2.1. Волновое уравнение.
- 2.2. Вектор плотности потока вероятности.
- 2.3. Потенциальные ямы и барьеры. Сингулярные потенциалы.

3. Математический аппарат квантовой механики

- 3.1. Линейные операторы. Собственные значения и собственные функции операторов.
- 3.2. Эрмитовы операторы. Ортонормировка и полнота собственных функций эрмитовых операторов.
- 3.3. Квантовомеханические величины и операторы.
- 3.4. Теория представлений.
- 3.5. Волновая функция и вероятность результатов измерений.
- 3.6. Средние значения физических величин.
- 3.7. Коммутация операторов. Скобки Пуассона в квантовой механике. Неравенство Гейзенберга.
- 3.8. Операторы и собственные функции координаты и импульса.
- 3.9. Оператор Гамильтона. Стационарные состояния.
- 3.10. Операторы проекции и квадрата углового момента.
- 3.11. Чётность состояния.
- 3.12. Дифференцирование операторов по времени. Интегралы движения. Полный набор физических величин.
- 3.13. Соотношение неопределенности для энергии и времени.

4. Частица во внешнем поле

- 4.1. Частица в центральном поле.
- 4.2. Задача двух тел.
- 4.3. Атом водорода.
- 4.4. Квантовый осциллятор.
- 4.5. Электрон в магнитном поле. Уровни и состояния Ландау.

5. Квазиклассическое приближение

- 5.1. Предельный переход к классической механике.
- 5.2. Граничные условия в точке поворота.
- 5.3. Правила квантования Бора-Зоммерфельда.
- 5.4. Прохождение через потенциальный барьер. Туннельный эффект.

6. Матричная квантовая механика

- 6.1. Представление волновых функций и операторов в матричной форме.
- 6.2. Формализм Дирака.
- 6.3. Унитарные преобразования.
- 6.4. Линейный осциллятор (матричное представление). Операторы рождения и уничтожения частиц.
- 6.5. Матричные элементы оператора момента.
- 6.6. Сложение моментов.

7. Теория возмущений

- 7.1. Стационарная теория возмущений.
- 7.2. Случай двух близких уровней.
- 7.3. Секулярное уравнение.
- 7.4. Теория нестационарных возмущений.
- 7.5. Квантовые переходы.

8. Системы с двумя базисными состояниями

- 8.1. Двухуровневая система.
- 8.2. Аммиачный мазер.
- 8.3. Молекула аммиака в электрическом поле.

9. Спин

- 9.1. Опыт Штерна и Герлаха.
- 9.2. Волновая функция частицы со спином.
- 9.3. Операторы спина.
- 9.4. Собственные функции и собственные значения операторов спина.
- 9.5. Спин электрона в магнитном поле. ЭПР и ЯМР.

10. Тожественные частицы

- 10.1. Принцип неразличимости одинаковых частиц.
- 10.2. Волновые функции системы одинаковых частиц. Принцип Паули.
- 10.3. Пара- и ортосостояния двух электронов.
- 10.4. Обменное взаимодействие.
- 10.5. Представление чисел заполнения.

11. Атомы и молекулы

- 11.1. Атомные термы.
- 11.2. Атом гелия.
- 11.3. Эффекты Зеемана, Пашена-Бака, Штарка.
- 11.4. Молекула водорода.

12. Квантовая теория излучения

- 12.1. Квантование электромагнитного поля.
- 12.2. Взаимодействие электрона с излучением.
- 12.3. Поглощение и излучение света атомами.
- 12.4. Мультипольные переходы.
- 12.5. Правила отбора.
- 12.6. Рассеяние света атомами.
- 12.7. Теория естественной ширины линии.

13. Теория рассеяния

- 13.1. Амплитуда и сечение рассеяния.
- 13.2. Функция Грина задачи рассеяния.
- 13.3. Борновское приближение.
- 13.4. Метод парциальных волн.
- 13.5. Формула Резерфорда.
- 13.6. Потенциальное и резонансное рассеяние.
- 13.7. Неупругое рассеяние.

Литература

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Квантовая механика.
2. В.Г. Левич, Ю.А. Вдовин, В.А. Мямлин. Курс теоретической физики, т. 2.
3. П. Дирак. Принципы квантовой механики.
4. А. Мессиа. Квантовая механика, т. 1,2.
5. Д. Бом. Квантовая теория.
6. В.М. Галицкий, Б.М. Карнаков, В.И. Коган. Задачи по квантовой механике.
7. З. Флюгге. Задачи по квантовой механике, т. 1,2.