

# Квантовая механика. Нерелятивистская теория.

П.С. Штернин

01 августа 2021

## Программа курса. Осенний семестр 2021–2022 у.г.

### I. Глава 1. Уравнение Шредингера

1. Введение. Корпускулярно-волновой дуализм.
2. Волновая функция и уравнение Шредингера.
3. Закон сохранения вероятности.
4. Стационарное уравнение Шредингера. Теорема об энергетическом спектре.
5. Движение свободной частицы. Нормировка волновых функций непрерывного спектра.
6. Наблюдаемые в волновой механике. Средние значения физических величин. Импульсное представление.

### II. Глава 2. Основные задачи квантовой механики

1. Одномерная прямоугольная потенциальная яма.
2. Прямоугольный потенциальный барьер.
3. Линейный гармонический осциллятор. Полиномы Эрмита.
4. Общие свойства одномерного движения. Осцилляторная теорема.
5. Движение частицы в периодическом потенциале. Теорема Блоха.
6. Движение частицы в поле “дираковской гребёнки” (модель Кронига-Пенни). Схемы приведённых и расширенных зон Бриллюэна.
7. Движение в центрально-симметричном поле.
  - i. Задача двух тел.
  - ii. Разделение переменных в центрально-симметричном поле. Сферические функции.
  - iii. Орбитальный угловой момент.
  - iv. Радиальное уравнение. Свободное движение.
8. Атом водорода. Полиномы Лагерра и вырожденная гипергеометрическая функция

### III. Глава 3. Формализм квантовой механики

1. Абстрактная формулировка квантовой механики. Обозначения Дирака. Матрицы операторов.
2. Эрмитовское сопряжение операторов. Самосопряженные операторы. Представления.
3. Коммутаторы операторов, одновременная измеримость физических величин. Соотношения неопределённостей.
4. Линейный гармонический осциллятор в матричной формулировке.
5. Унитарная эволюция в квантовой механике. Представления Шредингера и Гейзенберга.
6. Дифференцирование операторов по времени. Теорема Эренфеста.
7. Законы сохранения в квантовой механике и их связь с симметрией. Чётность.
8. Матрица плотности.

### IV. Глава 4. Приближённые методы квантовой механики

1. Общий формализм стационарной теории возмущений
2. Стационарная теория возмущений для невырожденных уровней.
3. Вычисление энергии основного состояния атома гелия по теории возмущений.
4. Вариационный метод. Вычисление энергии основного состояния атома гелия вариационным методом.
5. Стационарная теория возмущений для вырожденных уровней.
6. Эффект Штарка в атоме водорода ( $n=2$ ).
7. Адиабатическое приближение в теории молекул.
8. Теория возмущений, зависящих от времени.
9. Внезапные возмущения.
10. Адиабатические возмущения. Фаза Берри.
11. Переходы под влиянием гармонического возмущения. Золотое правило Ферми.
12. Квазиклассическое приближение. Одномерная волновая функция.
13. Связь между квазиклассическими волновыми функциями в классически разрешённой и запрещённой областях.
14. Условие квантования Бора-Зоммерфельда.
15. Прохождение сквозь слабо прозрачный потенциальный барьер.

#### V. Глава 5. Основы теории рассеяния

1. Задача рассеяния. Основные понятия теории рассеяния.
2. Стационарные состояния непрерывного спектра. Функции Грина.
3. Сечение рассеяния. Борновское приближение.
4. Формула Резерфорда.
5. Оптическая теорема. Унитарность  $S$ -матрицы.
6. Координатное представление в задаче рассеяния. Амплитуда рассеяния.
7. Рассеяние центральным потенциалом. Парциальные волны и фазовые сдвиги.
8. Свойства фазовых сдвигов.