

## Оглавление

<b>Предисловие</b> . . . . .	7
<b>Глава 1. Введение</b> . . . . .	10
§ 1.1. Необходимость введения квантового описания . . . . .	10
§ 1.2. Уравнение Шрёдингера . . . . .	18
§ 1.3. Уравнение непрерывности . . . . .	21
§ 1.4. Теоремы Эренфеста . . . . .	22
<b>Глава 2. Основные постулаты квантовой механики</b> . . . . .	24
§ 2.1. Постулаты . . . . .	24
§ 2.2. Волновые функции и операторы . . . . .	26
§ 2.3. Стационарное уравнение Шрёдингера . . . . .	32
§ 2.4. Оператор эволюции . . . . .	34
§ 2.5. Производная по времени от оператора . . . . .	35
§ 2.6. Некоторые общие свойства решения уравнения Шрёдингера . . . . .	38
§ 2.7. Соотношение неопределенностей . . . . .	41
<b>Глава 3. Одномерное уравнение Шрёдингера</b> . . . . .	45
§ 3.1. «Оправдание» одномерной модели . . . . .	45
§ 3.2. Общий анализ решений одномерного уравнения Шрёдингера . . . . .	46
§ 3.3. Связанные состояния . . . . .	48
§ 3.4. Осцилляционная теорема . . . . .	50
§ 3.5. Непрерывный спектр . . . . .	52
<b>Глава 4. Элементы теории представлений в квантовой механике</b> . . . . .	58
§ 4.1. Формулировка Дирака . . . . .	58
§ 4.2. Операторный формализм . . . . .	60
§ 4.3. Гамильтоновы системы. Квантование . . . . .	63
§ 4.4. Представления основных операторов . . . . .	67
§ 4.5. Оператор трансляции . . . . .	69
§ 4.6. Матрица перехода, оператор импульса в координатном представлении, волновая функция свободной частицы . . . . .	72
§ 4.7. Уравнение Шрёдингера в координатном и импульсном представлении . . . . .	75
§ 4.8. Уравнение Шрёдингера в матричном представлении . . . . .	78
<b>Глава 5. Гармонический осциллятор</b> . . . . .	82
§ 5.1. Гамильтониан . . . . .	82
§ 5.2. Операторы $a$ и $a^+$ . . . . .	83
§ 5.3. Спектр и состояния осциллятора. Энергетическое представление . . . . .	84

§ 5.4. Волновые функции . . . . .	86
§ 5.5. Когерентные состояния осциллятора . . . . .	88
§ 5.6. Трехмерный изотропный осциллятор в декартовых координатах . . . . .	91
<b>Глава 6. Центральное поле . . . . .</b>	<b>95</b>
§ 6.1. Задача двух тел в квантовой механике . . . . .	95
§ 6.2. Центральное поле . . . . .	97
§ 6.3. Орбитальный момент количества движения . . . . .	102
§ 6.4. Оператор поворота . . . . .	106
§ 6.5. Момент импульса . . . . .	110
<b>Глава 7. Атом водорода . . . . .</b>	<b>119</b>
§ 7.1. Радиальное уравнение. Атомные единицы . . . . .	119
§ 7.2. Асимптотика решений радиального уравнения . . . . .	121
§ 7.3. Энергетический спектр атома водорода . . . . .	122
§ 7.4. Полный набор квантовых чисел. Случайное (кулоновское) вырождение . . . . .	124
<b>Глава 8. Квазиклассическое приближение . . . . .</b>	<b>128</b>
§ 8.1. Обоснование квазиклассического приближения . . . . .	128
§ 8.2. Волновая функция в квазиклассическом приближении . . . . .	130
§ 8.3. Правило квантования Бора—Зоммерфельда . . . . .	134
§ 8.4. Нормировка волновой функции . . . . .	139
§ 8.5. Проникновение частицы через потенциальный барьер . . . . .	140
<b>Глава 9. Стационарная теория возмущений . . . . .</b>	<b>144</b>
§ 9.1. Теория возмущений для невырожденного спектра энергии . . . . .	144
§ 9.2. Теория возмущений для вырожденного спектра энергии . . . . .	149
§ 9.3. Теория возмущений для близких уровней энергии . . . . .	154
<b>Глава 10. Функция Грина и ее применения в теории возмущений . . . . .</b>	<b>158</b>
§ 10.1. Функция Грина стационарного уравнения Шрёдингера . . . . .	158
§ 10.2. Функция Грина стационарного уравнения Шрёдингера в координатном представлении . . . . .	162
§ 10.3. Борновское приближение в теории рассеяния . . . . .	165
<b>Глава 11. Нестационарная теория возмущений . . . . .</b>	<b>171</b>
§ 11.1. Представление Гайзенберга . . . . .	171
§ 11.2. Представление взаимодействия . . . . .	175
§ 11.3. Нестационарная теория возмущений. Вероятность перехода . . . . .	176
§ 11.4. Критерий применимости . . . . .	178
§ 11.5. Вероятность перехода в непрерывном спектре . . . . .	181
§ 11.6. Квазистационарные состояния . . . . .	183
§ 11.7. Переходы, вызываемые возмущением, действующим в течение конечного времени . . . . .	186
§ 11.8. Эффект Ааронова—Бома, фаза Берри . . . . .	190

---

<b>Глава 12.</b> Магнитные взаимодействия в нерелятивистской теории . . .	197
§ 12.1. Уравнение Клейна—Фока—Гордона . . . . .	197
§ 12.2. Уравнение Дирака . . . . .	202
§ 12.3. Двухкомпонентное представление . . . . .	205
§ 12.4. Плотность заряда и плотность тока дираковской частицы . . . .	207
§ 12.5. Уравнение Дирака для заряженной частицы в электромагнитном поле. Уравнение Паули . . . . .	209
§ 12.6. Спин-орбитальное взаимодействие . . . . .	211
§ 12.7. Оператор магнитного момента в квантовой механике . . . . .	215
<b>Глава 13.</b> Сложение моментов . . . . .	219
§ 13.1. Прямое произведение . . . . .	219
§ 13.2. Полный момент свободной дираковской частицы . . . . .	221
§ 13.3. Сложение моментов . . . . .	228
<b>Глава 14.</b> Системы тождественных частиц . . . . .	236
§ 14.1. Симметрия относительно перестановок . . . . .	236
§ 14.2. Описание системы тождественных частиц. Одночастичные состояния . . . . .	238
§ 14.3. Связь $N$ -частичных состояний с полным спином . . . . .	241
<b>Глава 15.</b> Атом гелия . . . . .	245
§ 15.1. Гамильтониан . . . . .	245
§ 15.2. Правильные функции и поправки первого порядка . . . . .	246
§ 15.3. Знак кулоновского обменного интеграла . . . . .	248
§ 15.4. Состояния атома гелия . . . . .	249
§ 15.5. Основное состояние атома гелия . . . . .	251
§ 15.6. Самосогласованное поле . . . . .	253
<b>Глава 16.</b> Сложный атом . . . . .	256
§ 16.1. Гамильтониан сложного атома . . . . .	256
§ 16.2. Нулевое приближение . . . . .	258
§ 16.3. Первое приближение . . . . .	263
§ 16.4. Второе приближение . . . . .	265
<b>Глава 17.</b> Взаимодействие атомов с классическим электромагнитным полем . . . . .	272
§ 17.1. Гамильтониан сложного атома во внешнем постоянном магнитном поле . . . . .	272
§ 17.2. Аномальный эффект Зеемана . . . . .	274
§ 17.3. Диамагнетизм атомов и парамагнетизм Ван Флека . . . . .	276
§ 17.4. Эффект Пашена—Бака . . . . .	277
§ 17.5. Атом в переменном поле . . . . .	278
§ 17.6. Гамильтониан сверхтонкого взаимодействия . . . . .	283

<b>Глава 18.</b> Фазовая теория рассеяния (метод парциальных волн) . . . . .	287
§ 18.1. Задача двух тел в теории рассеяния . . . . .	287
§ 18.2. Разложение волновой функции по парциальным волнам . . . . .	288
§ 18.3. Оптическая теорема . . . . .	293
§ 18.4. Рассеяние медленных частиц . . . . .	294
§ 18.5. Вклад парциальных волн в сечение рассеяния . . . . .	297
§ 18.6. Особенности рассеяния тождественных частиц . . . . .	298
§ 18.7. Элементы теории неупругого рассеяния . . . . .	300
§ 18.8. Обобщение метода парциальных волн на случай неупругого рассеяния . . . . .	303
<b>Глава 19.</b> Свободное электромагнитное поле . . . . .	306
§ 19.1. Гамильтониан электромагнитного поля . . . . .	306
§ 19.2. Энергетический спектр и состояния электромагнитного поля . . . . .	313
<b>Глава 20.</b> Излучение электромагнитного поля . . . . .	316
§ 20.1. Гамильтониан системы заряженных частиц, взаимодействующих со свободным электромагнитным полем . . . . .	316
§ 20.2. Электрическое дипольное излучение . . . . .	318
§ 20.3. Правила отбора для электрического дипольного перехода . . . . .	322
<b>Глава 21.</b> Представление чисел заполнения . . . . .	328
§ 21.1. Операторы рождения и уничтожения . . . . .	328
§ 21.2. Представление чисел заполнения . . . . .	331
§ 21.3. Операторы рождения и уничтожения в пространстве чисел за- полнения . . . . .	332
§ 21.4. Представление основных операторов . . . . .	336
<b>Глава 22.</b> Матрица плотности . . . . .	340
§ 22.1. Определение матрицы плотности . . . . .	340
§ 22.2. Свойства матрицы плотности . . . . .	345
§ 22.3. Эволюция во времени. Уравнение Лиувилля . . . . .	348
§ 22.4. Равновесная матрица плотности . . . . .	350
§ 22.5. Соотношение неопределенностей при наличии корреляций . . . . .	353
§ 22.6. Неравенства Белла и их нарушение в квантовой механике . . . . .	355
<b>Литература</b> . . . . .	363