

КВАНТОВАЯ
МЕХАНИКА

КЛОД КОЭН-ТАННУДЖИ
БЕРНАР ДИУ
ФРАНК ЛАЛОЭ

КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

Перевод с французского
Л.Н.НОВИКОВА

Том II

Екатеринбург
Издательство Уральского университета
2000

УДК 530.145(075.8)
ББК 22.314я73-1
К767

Козн-Таннуджи К., Диу Б., Лалоз Ф.

К767 Квантовая механика/Пер. с фр. Л. Н. Новикова: В 2-х т. Т. 2.— Екатеринбург:
Изд-во Урал. ун-та, 2000.— 800 с.
ISBN 5-7525-1134-8 (Т. II)
ISBN 5-7525-1085-6

ISBN 5-7525-1134-8 (Т. II)
ISBN 5-7525-1085-6

© Л. Н. Новиков, 2000
(перевод)

© Hermann, Paris, 1973

© Издательство Уральского
университета, 2000

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТОМ II

Глава VII. Частица в поле центрального потенциала. Атом водорода	5
A. Стационарные состояния частицы в поле центрального потенциала	8
B. Движение центра масс и относительное движение в системе, состоящей из двух взаимодействующих частиц	18
C. Атом водорода	25
Дополнения к главе VII	41
A _{VII} . Водородоподобные системы	42
B _{VII} . Поддающийся точному решению случай центрального потенциала: трех- мерный изотропный гармонический осциллятор	51
C _{VII} . Токи вероятности для стационарных состояний атома водорода	62
D _{VII} . Атом водорода в однородном магнитном поле. Парамагнетизм и диамаг- нетизм. Эффект Зеемана	67
E _{VII} . Изучение некоторых атомных орбиталей. Гибридные орбитали	82
F _{VII} . Колебательно-вращательные уровни двухатомных молекул	99
G _{VII} . Упражнения	114
Глава VIII. Элементарные понятия квантовой теории рассеяния	117
A. Введение	119
B. Стационарные состояния рассеяния. Вычисление поперечного сечения	124
C. Рассеяние центральным потенциалом. Метод фазового анализа	139
Дополнения к главе VIII	156
A _{VIII} . Свободная частица. Стационарные состояния с определенным угловым моментом	157
B _{VIII} . Феноменологическое описание столкновений с поглощением	170
C _{VIII} . Простые примеры приложения теории рассеяния	177

Глава IX. Спин электрона	187
А. Введение спина электрона	190
В. Особенности углового момента $1/2$	194
С. Релятивистское описание частицы со спином $1/2$	197
Дополнения к главе IX	206
A _{IX} . Операторы вращения для частиц со спином $1/2$	207
B _{IX} . Упражнения	214
Глава X. Сложение угловых моментов	223
А. Введение	225
В. Сложение двух спинов $1/2$. Элементарный метод	230
С. Сложение двух произвольных угловых моментов. Общий метод	237
Дополнения к главе X	256
A _X . Примеры сложения угловых моментов	258
B _X . Коэффициенты Клебша—Гордана	265
C _X . Сложение сферических гармоник	275
D _X . Векторные операторы. Теорема Вигнера—Экарта	281
E _X . Мультипольные электрические моменты	294
F _X . Эволюция двух угловых моментов \mathbf{J}_1 и \mathbf{J}_2 , связанных взаимодействием $a\mathbf{J}_1 \cdot \mathbf{J}_2$	309
G _X . Упражнения	325
Глава XI. Теория стационарных возмущений	333
А. Изложение сущности метода	336
В. Возмущение невырожденного уровня	340
С. Возмущение вырожденного уровня	346
Дополнения к главе XI	351
A _{XI} . Одномерный гармонический осциллятор при наличии возмущения, пропорционального x , x^2 и x^3	353
B _{XI} . Диполь-дипольное магнитное взаимодействие двух частиц со спином $1/2$	364
C _{XI} . Силы Ван-дер-Ваальса	376
D _{XI} . Эффект объема ядра: влияние пространственных размеров ядра на атомные уровни	389
E _{XI} . Вариационный метод	396
F _{XI} . Энергетические зоны электронов в твердых телах: простейшая модель	405
G _{XI} . Простой пример химической связи: ион H_2^+	419
H _{XI} . Упражнения	457

Глава XII. Применение теории возмущений: тонкая и сверхтонкая структура атома водорода	467
<i>A. Введение</i>	470
<i>B. Дополнительные члены гамильтониана</i>	471
<i>C. Тонкая структура уровня $n = 2$</i>	479
<i>D. Сверхтонкая структура уровня $n = 1$</i>	488
<i>E. Эффект Зеемана в сверхтонкой структуре основного уровня $1s$</i>	494
 Дополнения к главе XII	511
<i>A_{XII}. Гамильтониан магнитного сверхтонкого взаимодействия</i>	512
<i>B_{XII}. Вычисление средних значений гамильтониана тонкой структуры в состояниях $1s, 2s$ и $2p$</i>	521
<i>C_{XII}. Сверхтонкая структура и эффект Зеемана мюония и позитрония</i>	526
<i>D_{XII}. Влияние электронного спина на эффект Зеемана резонансной линии водорода</i>	535
<i>E_{XII}. Эффект Штарка атома водорода</i>	545
 Глава XIII. Возмущения, зависящие от времени	551
<i>A. Постановка задачи</i>	553
<i>B. Приближенное решение уравнения Шредингера</i>	555
<i>C. Важный частный случай: гармоническое или постоянное возмущение</i>	560
 Дополнения к главе XIII	574
<i>A_{XIII}. Взаимодействие атома с электромагнитной волной</i>	575
<i>B_{XIII}. Линейный и нелинейный отклики двухуровневой системы на гармоническое возмущение</i>	596
<i>C_{XIII}. Колебания системы между двумя дискретными состояниями под действием резонансного возмущения</i>	615
<i>D_{XIII}. Распад дискретного состояния, связанного резонансным образом с континуумом конечных состояний</i>	619
<i>E_{XIII}. Упражнения</i>	634
 Глава XIV. Системы тождественных частиц	649
<i>A. Постановка задачи</i>	652
<i>B. Операторы перестановки</i>	659
<i>C. Постулат симметризации</i>	671
<i>D. Физическое обсуждение</i>	683
 Дополнения к главе XIV	698
<i>A_{XIV}. Многоэлектронные атомы. Электронные конфигурации</i>	699
<i>B_{XIV}. Энергетические уровни атома гелия: конфигурации, термы, мультиплеты</i> ...	707

С _{XIV} . <i>Физические свойства электронного газа. Применение в физике твердого тела</i>	724
D _{XIV} . <i>Упражнения</i>	742
Приложение I. Ряды и преобразования Фурье	751
Приложение II. Дельта-функция Дирака	763
Приложение III. Лагранжиан и Гамильтониан в классической механике	777