

Оглавление

Предисловие	9
Глава I. ВВЕДЕНИЕ	12
§ 1. Первые квантовомеханические понятия	12
1.1. Квантовая природа света	12
1.2. Волновые свойства частиц	14
§ 2. Соотношение неопределённостей. Оценки	17
Задачи	18
§ 3. Координатное и импульсное представления. Операторы физических величин	19
Задачи	22
Глава II. УРАВНЕНИЕ ШРЁДИНГЕРА. ОПЕРАТОРЫ	24
§ 4. Оператор Гамильтона. Уравнение Шрёдингера	24
§ 5. Стационарное уравнение Шрёдингера. Одномерный случай	26
5.1. Поведение производной $d\psi(x)/dx$	26
5.2. Дискретный спектр	26
5.3. Прямоугольная потенциальная яма	27
5.4. Осцилляционная теорема	30
Задачи	31
§ 6. Эрмитовы операторы	31
Задачи	34
§ 7. Линейный осциллятор	34
7.1. Уровни энергии и волновые функции	34
7.2. Операторы рождения и уничтожения кванта	38
Задачи	40
§ 8. Эволюция волновой функции со временем	40
§ 9. Плотность тока	42
§ 10. Одномерное рассеяние	43
Задачи	44
§ 11. Коммутаторы	46

11.1. Коммутаторы и измеримость величин	46
11.2. Коммутаторы и соотношение неопределённостей	48
§ 12. Производная от оператора по времени. Теорема Эренфеста	49
§ 13. Теорема о вириале	51
Задачи	53
§ 14. Гейзенберговское представление	53
Задачи	56
§ 15. Уравнение Шрёдингера для частицы в электромагнитном поле	56
Задачи	57
§ 16. Оператор сдвига. Периодическое поле. Теорема Блоха	58
16.1. Оператор сдвига	58
16.2. Оператор сдвига и движение свободной частицы	59
16.3. Движение в периодическом поле	59
Задача	61
§ 17. Пример: периодическое поле дельта-ям	61
Задача	65
§ 18. Квазиклассическое приближение	65
18.1. Условия применимости	65
18.2. Квазиклассические решения	66
§ 19. Правила квантования Бора–Зоммерфельда	67
Задачи	71
§ 20. Подбарьерное прохождение. Двойная яма	71
20.1. Подбарьерное прохождение	71
20.2. Двойная яма	72
Задача	72
§ 21. Квазистационарные состояния	73
Задача	76
§ 22. Модель α -распада	76
Задача	77
Глава III. МОМЕНТ ИМПУЛЬСА. ЦЕНТРАЛЬНОЕ ПОЛЕ	78
§ 23. Момент импульса	78
23.1. Сдвиг и поворот	78
23.2. Свойства собственных функций и собственных значений операторов \hat{I}_z и \hat{I}^2 , следующие из коммутационных соотношений	81
23.3. Сферические функции	83
Задачи	85
§ 24. Движение в центральном поле	86
24.1. Уравнение для радиальной функции	86

24.2. Свободное движение. Сферические координаты	88
24.3. Свободное движение. Сравнение решений в виде плоских, сферических и цилиндрических волн	90
Задачи	92
§ 25. Атом водорода	93
25.1. Общие формулы	93
25.2. Решение радиального уравнения	94
25.3. Состояния с $l = n - 1$. Основное состояние	96
25.4. Первый возбужденный уровень $n = 2$	99
25.5. Кулоновское вырождение. Динамическая симметрия атома водорода	100
Задачи	102
Глава IV. ТЕОРИЯ ВОЗМУЩЕНИЙ	103
§ 26. Стационарная теория возмущений. Невырожденный случай	103
Задачи	105
§ 27. Производная от энергии по параметру	105
§ 28. Поляризуемость атома	107
§ 29. Силы Ван-дер-Ваальса	108
§ 30. Стационарная теория возмущений при наличии вырождения	110
30.1. Общие формулы	110
30.2. Двукратно вырожденный уровень	111
Задача	112
§ 31. Эффект Штарка для атома водорода при $n = 2$	112
Глава V. ТЕОРИЯ РАССЕЯНИЯ	113
§ 32. Постановка задачи рассеяния. Амплитуда рассеяния . . .	113
§ 33. Борновское приближение. Формула Резерфорда. Атомный форм-фактор	115
33.1. Борновское приближение	115
33.2. Формула Резерфорда	118
33.3. Атомный форм-фактор	118
33.4. Конечные сечения в квантовой механике	120
Задачи	121
§ 34. Фазовая теория рассеяния	121
34.1. Связь сечения упругого рассеяния с фазами рассеяния . . .	121
34.2. Понятие о неупругом сечении	123
34.3. Оптическая теорема	124
34.4. Упругое рассеяние медленных частиц	125
34.5. Дифракционное рассеяние быстрых частиц на чёрном шаре	125
34.6. Упругое рассеяние быстрых частиц на идеально отражающем шаре	126

34.7. Резонансное рассеяние	128
Задачи	131
Глава VI. СПИН	132
§ 35. Опыт Штерна–Герлаха	132
§ 36. Спин и спиноры	133
36.1. Оператор спина	133
36.2. Матрицы Паули	135
36.3. Преобразование спиноров при поворотах и отражениях координат	136
§ 37. Уравнение Паули	139
Глава VII. СЛОЖЕНИЕ МОМЕНТОВ	143
§ 38. Сложение моментов	143
§ 39. Правила отбора для матричных элементов скалярных и векторных операторов	147
§ 40. Усреднение векторного оператора	150
Глава VIII. РЕЛЯТИВИСТСКАЯ КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА	153
§ 41. Тожественность частиц. Принцип Паули	153
§ 42. Релятивистское уравнение Клейна – Фока – Гордона (КФГ)	155
42.1. Релятивистская кинематика	155
42.2. Уравнение Клейна–Фока–Гордона (КФГ)	157
42.3. Нерелятивистский предел уравнения КФГ	160
42.4. S -, P - и T -преобразования волновой функции уравнения КФГ	161
§ 43. Четырёхмерные спиноры	164
43.1. Правые и левые 4-спиноры	164
43.2. Билинейные ковариантные комбинации 4-спиноров	165
§ 44. Уравнение Дирака	166
44.1. Традиционный вариант введения уравнения Дирака	166
44.2. Уравнение Дирака в терминах 4-спиноров	167
44.3. Спинорное и стандартное представления уравнения Дирака	169
44.4. Плотность 4-тока	170
Задача	171
§ 45. S -, P - и T -преобразования волновой функции уравнения Дирака	171
§ 46. Гамильтонова форма уравнения Дирака	172
§ 47. Свободное движение дираковской частицы	174
Задачи	177
§ 48. Нерелятивистский и ультрарелятивистский пределы уравнения Дирака	177

48.1. Нерелятивистский предел уравнения Дирака	177
48.2. Ультрарелятивистский предел уравнения Дирака	178
§ 49. Сходство и различие уравнений Дирака и Клейна – Фока – Гордона	180
§ 50. Рассеяние релятивистского электрона в кулоновском поле	181
§ 51. Тонкая структура уровней атома водорода	183
Задачи	185
§ 52. Рождение электрон-позитронных пар постоянным электри- ческим полем	186
Задача	189
Глава IX. АТОМ	190
§ 53. Оценка для атома гелия	190
§ 54. Вариационный принцип	191
54.1. Идея метода	191
54.2. Прямой вариационный метод	191
Задача	193
§ 55. Самосогласованное поле (метод Хартри – Фока)	193
§ 56. Метод Томаса – Ферми	195
Задача	199
§ 57. Структура гамильтониана атома	199
§ 58. Таблица Менделеева	201
§ 59. Атомные термы	201
59.1. Случай LS -связи	201
59.2. Случай jj -связи	203
59.3. Пример: конфигурация p^2	203
Задача	205
§ 60. Атом в магнитном поле	206
Задача	208
§ 61. Сверхтонкая структура (СТС)	209
Задачи	211
§ 62. Изотопический сдвиг	211
Глава X. ИЗЛУЧЕНИЕ	214
§ 63. Нестационарная теория возмущений	214
63.1. Возмущение, действующее в течение конечного времени	214
63.2. Возмущение $\hat{V}(t)$, конечное при $t \rightarrow +\infty$	219
63.3. Пример: возбуждение атома водорода пролетающим ионом	220
§ 64. Фотоэффект	222
Задачи	225
§ 65. Квантование электромагнитного поля	225

65.1. Электромагнитное поле как набор осцилляторов	227
65.2. Квантование поля	234
65.3. Рождение и уничтожение квантов поля	235
65.4. Излучение Вавилова – Черенкова	238
§ 66. Испускание и поглощение света	239
66.1. Спонтанное и вынужденное излучение	239
66.2. Электрическое дипольное ($E1$) излучение	241
66.3. Магнитодипольное ($M1$) излучение	243
66.4. Правила отбора	244
66.5. Поглощение света	245
Задачи	245
§ 67. Лэмбовский сдвиг	246
§ 68. Рассеяние света	250
Задача	252
§ 69. Молекулы. Электронные, колебательные и вращательные спектры	252
Задача	254
Приложение А. О формализме квантовой механики	255
Приложение В. Магнитодипольное ($M1$) и электрическое квад- рупольное ($E2$) излучение	260
Литература	262
Предметный указатель	264