

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ
АКАД. Л. Д. ЛАНДАУ

Т О М П Я Т Ы Й
Часть первая

О Г И З
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1948 ЛЕНИНГРАД

Л. ЛАНДАУ и Е. ЛИФШИЦ

КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

ЧАСТЬ I

НЕРЕЛЯТИВИСТСКАЯ ТЕОРИЯ

ОГИЗ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1948 ЛЕНИНГРАД

АННОТАЦИЯ

Настоящая книга является частью многотомной работы «Курс теоретической физики» тех же авторов.

Книга характеризуется полнотой изложения и охватывает широкий круг проблем квантовой механики, для трактовки которых не требуется привлечения релятивистской теории.

Книга рассчитана на студентов старших курсов физических факультетов университетов, в особенности на специализирующихся в области теоретической физики, на аспирантов и на научных работников.

Редактор *К. П. Гуров.*

Техн. редактор *Н. Я. Мурашова*

Подписано к печати 9/VI 1948 г. 35,5 печ. л. 43,67 уч.-издат. л. 49 300 тип. зн. в печ. л.
Тираж 15 000. Цена 15 р. 50 к. Переплёт 2 р. А-06902. Заказ № 3337

4-я типография им. Евг. Соколовой треста «Полиграффинга» ОГИЗ
при Совете Министров СССР. Ленинград, Намайлковский пр., 29

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	9
Глава I. Основные понятия квантовой механики	11
§ 1. Введение 11.—§ 2. Принцип суперпозиции 15.— § 3. Операторы 18.—§ 4. Сложение и умножение операторов 24.—§ 5. Непрерывный спектр 27.— § 6. Предельный переход 32.—§ 7. Волновая функция и измерения 34.	
Глава II. Энергия и импульс	38
§ 8. Гамильтоновский оператор 38.—§ 9. Дифференциро- вание операторов по времени 40.—§ 10. Стационар- ные состояния 42.—§ 11. Матрицы 45.—§ 12. Мат- рица плотности 50.—§ 13. Импульс 53.—§ 14. Соот- ношения неопределённости 58.	
Глава III. Уравнение Шредингера	63
§ 15. Уравнение Шредингера 63.—§ 16. Основные свойства уравнения Шредингера 66.—§ 17. Плотность потока 70.—§ 18. Вариационный принцип 73.— § 19. Общие свойства одномерного движения 75.— § 20. «Потенциальный ящик» 79.—§ 21. Линейный осциллятор 83.—§ 22. Движение в однородном по- ле 90.—§ 23. Коэффициент прохождения 93.	
Глава IV. Момент количества движения	99
§ 24. Момент количества движения 99.—§ 25. Собствен- ные значения момента 104.—§ 26. Собственные функ- ции момента 108.—§ 27. Матричные элементы векто- ров 111.—§ 28. Чётность состояния 117.—§ 29. Мат- ричные элементы сферических функций 120.— § 30. Сложение моментов 123.—§ 31. Матричные элементы при сложении моментов 126.	
Глава V. Движение в центрально-симметрическом поле	131
§ 32. Движение в центрально-симметрическом поле 131.— § 33. Свободное движение (сферические коорди- наты) 134.—§ 34. Разложение плоской волны 141.—	

	§ 35. «Падение» частицы на центр 143. — § 36. Движение в кулоновом поле (сферические координаты) 146. — § 37. Движение в кулоновом поле (параболические координаты) 155.	
Глава VI. Теория возмущений		159
	§ 38. Возмущения, не зависящие от времени 159. — § 39. Секулярное уравнение 163. — § 40. Возмущения, зависящие от времени 167. — § 41. Вероятность перехода в дискретном спектре 172. — § 42. Вероятность перехода под влиянием периодического возмущения 174. — § 43. Вероятность перехода под влиянием постоянного возмущения 175. — § 44. Соотношение неопределённости для энергии 178. — § 45. Потенциальная энергия как возмущение 181.	
Глава VII. Квазиклассический случай		187
	§ 46. Волновая функция в квазиклассическом случае 187. — § 47. Граничные условия в квазиклассическом случае 190. — § 48. Правило квантования Бора 193. — § 49. Квазиклассическое движение в центрально-симметрическом поле 197. — § 50. Прохождение через потенциальный барьер 203. — § 51. Вычисление квазиклассических матричных элементов 209. — § 52. Случай нескольких степеней свободы 214.	
Глава VIII. Спин		218
	§ 53. Спин 218. — § 54. Спиноры 222. — § 55. Спиноры высших рангов 227. — § 56. Волновые функции частиц с произвольным спином 229. — § 57. Связь спиноров с векторами 232. — § 58. Теорема Крамерса 236.	
Глава IX. Тожественность частиц		238
	§ 59. Принцип неразличимости одинаковых частиц 238. — § 60. Обменное взаимодействие 241. — § 61. Симметрия по отношению к перестановкам 245. — § 62. Вторичное квантование. Случай статистики Бозе 251. — § 63. Вторичное квантование. Случай статистики Ферми 257.	
Глава X. Атом		261
	§ 64. Атомные уровни энергии 261. — § 65. Состояния электронов в атоме 263. — § 66. Водородоподобные уровни энергии 266. — § 67. Тонкая структура уровней 267. — § 68. Самосогласованное поле 271. — § 66. Уравнение Томаса-Ферми 274. — § 70. Периодическая система элементов 280. — § 71. Рентгеновские термы. 288. — § 72. Эф-	

	Стр.
фekt Штарка 289. — § 73. Эффект Штарка у водорода 292. — § 74. Квадрупольный момент атома 300.	
Глава XI. Двухатомная молекула	302
§ 75. Электронные термы двухатомной молекулы 302. — § 76. Пересечение электронных термов 304. — § 77. Связь молекулярных термов с атомными 307. — § 78. Валентность 311. — § 79. Колебательная и вращательная структуры синглетных термов двухатомной молекулы 318. — § 80. Мультиплетные термы. Случай <i>a</i> 325. — § 81. Мультиплетные термы. Случай <i>b</i> 329. — § 82. Мультиплетные термы. Случаи <i>c</i> и <i>d</i> 334. — § 83. Симметрия молекулярных термов 336. — § 84. Матричные элементы для двухатомной молекулы 340. — § 85. Λ-удвоение 345. — § 86. Взаимодействие атомов на далёких расстояниях 348. — § 87. Предиссоциация 350.	
Глава XII. Теория симметрии	361
§ 88. Преобразования симметрии 361. — § 89. Группы преобразований 364. — § 90. Точечные группы 368. — § 91. Представления групп 376. — § 92. Неприводимые представления точечных групп 385. — § 93. Неприводимые представления и классификация термов 389. — § 94. Правила отбора для матричных элементов 392. — § 95. Непрерывные группы 395. — § 96. Двухзначные представления конечных точечных групп 399. — § 97. Сложение моментов 404.	
Глава XIII. Многоатомные молекулы	413
§ 98. Классификация молекулярных колебаний 413. — § 99. Колебательные уровни энергии 420. — § 100. Устойчивость симметричных конфигураций молекулы 423. — § 101. Квантование вращения твёрдого тела 426. — § 102. Взаимодействие колебаний и вращения молекулы 432. — § 103. Классификация молекулярных термов 438. — § 104. Электрон в периодическом поле 445.	
Глава XIV. Теория упругих столкновений	451
§ 105. Общая теория рассеяния. 451. — § 106. Исследование общей формулы 454. — 107. Связь между законом рассеяния и дискретными уровнями энергии 457. — § 108. Рассеяние медленных частиц 459. — § 109. Резонансное рассеяние 463. — § 110. Формула Борна 466. — § 111. Квазиклассический случай 470. — § 112. Формула Резерфорда 474. — § 113. Система волновых функций непрерывного спектра 477. — § 114. Столкно-	

	вения одинаковых частиц 482. — § 115. Упругие столкновения быстрых электронов с атомами 485.	
Глава XV. Теория неупругих столкновений		490
§ 116. Принцип детального равновесия 490. — § 117. Общая теория неупругого рассеяния 493. — § 118. Неупругое рассеяние медленных частиц 496. — § 119. Формула Брейта и Вигнера 498. — § 120. Неупругие столкновения быстрых электронов с атомами — 508. 121. Эффективное торможение 519. — § 122. Неупругие столкновения тяжёлых частиц с атомами 523. — § 123. Столкновения с молекулами 526.		
Глава XVI. Движение в магнитном поле		531
§ 124. Уравнение Шредингера в магнитном поле 531. — § 125. Движение в однородном магнитном поле 534. — § 126. Эффект Зеемана 536. — § 127. Нейтральная частица в магнитном поле 544. — § 128. Плотность тока в магнитном поле 546.		
Математические дополнения		549
§ a. Полиномы Эрмита 549. — § b. Функция Эйри 552. — § c. Полиномы Лежандра 554. — § d. Вырожденная гипергеометрическая функция 557. — § e. Гипергеометрическая функция 561. — § f. Вычисление интегралов с вырожденными гипергеометрическими функциями 564.		