

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	4
ГЛАВА I. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ	6
§ 1. Экспериментальные и теоретические предпосылки квантовой теории	6
1.1. Проблема стабильности атомов и излучения света атомами (6).	
1.2. Обнаружение корпускулярных свойств света (8). 1.3. Эффект Комптона (9).	
1.4. Открытие дискретных уровней энергии атома (10). 1.5. Полуклассическая теория Бора (11). 1.6. Гипотеза де Бройля (12). 1.7. Корпускулярно-волновой дуализм (13).	
§ 2. Функция состояния	15
2.1. Необходимость вероятностно-статистической интерпретации волн де Бройля (15). 2.2. Невозможность последовательного использования классических представлений о движении частицы (17). 2.3. Волновая функция (функция состояния) (19). 2.4. Принцип суперпозиции состояний (22).	
§ 3. Уравнение Шредингера — основное уравнение квантовой механики	25
3.1. Вид уравнения и общие свойства его решений (25). 3.2. Стационарные состояния (26). 3.3. Плотность потока вероятности (27). 3.4. Закон сохранения числа частиц (29). 3.5. Волновая функция свободного движения частицы (30).	
§ 4. Соотношения неопределенностей	31
4.1. Состояние с неопределенным значением импульса (31). 4.2. Волновой пакет (32). 4.3. Соотношения неопределенностей Гейзенберга (35). 4.4. Соотношения неопределенностей и измерение физических величин (37). 4.5. Соотношение неопределенностей для энергии и времени (40).	
Методические указания и рекомендации	43
Упражнение I	44
ГЛАВА II. ПРОСТЕЙШИЕ ОДНОМЕРНЫЕ ЗАДАЧИ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ	46
§ 5. Задачи на прямоугольные потенциальные барьеры	46
5.1. Финитное и инфинитное движения (46). 5.2. Частица в одномерной прямоугольной потенциальной яме (48). 5.3. Прямоугольный потенциальный барьер (51).	
§ 6. Гармонический осциллятор	57
6.1. Постановка задачи (57). 6.2. Решение уравнения Шредингера для гармонического осциллятора (57). 6.3. Анализ решения задачи о гармоническом осцилляторе (60). 6.4. Квазиклассическое приближение (62).	
Методические указания и рекомендации	67
Упражнение II	67
ГЛАВА III. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ И ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ	70
§ 7. Линейные самосопряженные операторы	70
7.1. Разложение функций в обобщенный ряд и интеграл Фурье (70). 7.2. Линейные операторы (73). 7.3. Собственные функции и собственные значения операторов (75). 7.4. Самосопряженные операторы (75).	
§ 8. Аксиоматика квантовой механики	78
8.1. Математический аппарат квантовой механики (78). 8.2. Операторы и допустимые значения физических величин (78). 8.3. Описание состояния квантовой системы и его изменения со временем (80). 8.4. Вероятности отдельных значений физической величины (83). 8.5. Вычисление средних значений физических величин (84). 8.6. Коммутация операторов — условие существования определенных значений двух физических величин в одном и том же состоянии системы (87). 8.7. О связи математического аппарата квантовой механики с опытом и классической механикой (88). 8.8. К вопросу о размерностях в квантовой механике (90).	

§ 9. Изменение средних значений физических величин со временем и законы сохранения	
9.1. Изменение средних значений физических величин со временем (91). 9.2. Уравнения движения в форме Гейзенберга (93). 9.3. Уравнения Эренфеста. Переход от квантовых соотношений к классическим (95). 9.4. Законы сохранения физических величин в квантовой механике (96). 9.5. Связь законов сохранения с инвариантностью оператора Гамильтона относительно преобразований симметрии (98). 9.6. Связь законов сохранения импульса, момента импульса и энергии со свойствами пространства и времени (99). 9.7. Четность и закон сохранения четности (100).	91
Методические указания и рекомендации	103
Упражнение III	105
Глава IV. АТОМ ВОДОРОДА И ВОДОРОДОПОДОБНЫЕ СИСТЕМЫ	108
§ 10. Движение в центрально-симметричном поле	108
10.1. Свойства оператора момента импульса и его проекций (108). 10.2. Собственные значения и собственные функции операторов \hat{L}^2 и \hat{L}_z (109). 10.3. Движение частицы в центрально-симметричном поле (113).	
§ 11. Задача об атоме водорода	115
11.1. Постановка задачи об атоме водорода (115). 11.2. Решение радиального уравнения (116). 11.3. Итоги решения задачи об атоме водорода (120). 11.4. Водородоподобные системы (121).	
§ 12. Пространственная структура атома водорода в стационарных состояниях	122
12.1. Угловое и радиальное распределение плотности электронного облака (122). 12.2. Вращение электронного облака (124). 12.3. Орбитальный магнитный момент электрона (127). 12.4. Спектр водорода (129).	
§ 13. Спин электрона	131
13.1. Гипотеза о спине электрона (131). 13.2. Математическое описание спина электрона (132). 13.3. Спиновые операторы и функции (135). 13.4. Описание квантового состояния электрона с учетом его спина (136).	
Методические указания и рекомендации	138
Упражнение IV	139
ГЛАВА V. МЕХАНИКА СИСТЕМЫ МИКРОЧАСТИЦ	142
§ 14. Основные понятия и принципы механики системы микрочастиц	142
14.1. Волновая функция системы частиц. Операторы физических величин, характеризующих систему в целом (142). 14.2. Задача двух частиц (144). 14.3. Волновая функция системы невзаимодействующих частиц (145). 14.4. Тожественность частиц одного и того же вида и принцип Паули (148). 14.5. Волновые функции для систем, состоящих из одинаковых бозонов и фермионов. Запрет Паули (150). 14.6. Обменное взаимодействие (153).	
§ 15. Момент импульса для системы частиц. Правило сложения моментов	154
15.1. Свойства оператора момента импульса системы (154). 15.2. Два способа описания системы, состоящей из двух невзаимодействующих частей (156). 15.3. Задача о сложении моментов импульса (157).	
§ 16. Приближенные методы квантовой механики	162
16.1. Волновые функции и уровни энергии в первом приближении теории возмущений (162). 16.2. Уровни энергии во втором приближении теории возмущений (164). 16.3. Теория возмущений при наличии вырождения (165). 16.4. Тонкая структура спектра атома водорода (167).	
Методические указания и рекомендации	171
Упражнение V	171
ГЛАВА VI. МНОГОЭЛЕКТРОННЫЕ АТОМЫ	172
§ 17. Атом гелия	173
17.1. Энергия и функция состояния атома гелия в нулевом приближении теории возмущений (173). 17.2. Классификация состояний атома гелия. Парагелий и ортогелий (174). 17.3. Уровни энергии атома гелия в первом приближении теории возмущений (176). 17.4. Энергия обменного взаимодействия (179).	
§ 18. Структура и состояния многоэлектронных атомов	181
18.1. Уровни энергии валентного электрона в щелочном атоме (181). 18.2.	

Теория периодической системы элементов Д. И. Менделеева (183). 18.3. Рентгеновские спектры атомов (187). 18.4. Стационарные состояния и уровни энергии многоэлектронных атомов (187). 18.5. Понятие о методе самосогласованного поля (192).	
§ 19. Понятие о природе химических связей	194
19.1. Расчет энергии связи молекулы водорода по методу Гайтлера — Лондона (194). 19.2. Адиабатическое приближение (198). 19.3. Наглядная интерпретация сил химической связи между атомами (200). 19.4. Силы Ван-дер-Ваальса (203).	
§ 20. Атом в магнитном поле	206
20.1. Магнитный момент атома (206). 20.2. Уровни энергии атома, находящегося в магнитном поле (208). 20.3. Парамагнитные и диамагнитные свойства атомов (210). Методические указания и рекомендации 212 Упражнение VI 213	
ГЛАВА VII. НЕСТАЦИОНАРНЫЕ СОСТОЯНИЯ. ИСПУСКАНИЕ И ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТА АТОМАМИ	216
§ 21. Элементы теории нестационарных возмущений	217
21.1. Функция состояния нестационарной задачи в разложении по стационарным состояниям (217). 21.2. Вычисление коэффициентов разложения при «включении» и «выключении» возмущения (219). 21.3. Вероятность квантовых переходов (222). 21.4. Вероятность переходов в сплошном спектре (224). 21.5. Статистика процесса квантовых переходов (227). 21.6. Квазистационарные состояния. Ширина энергетических уровней (228).	
§ 22. Взаимодействие атомов с электромагнитными волнами	230
22.1. Вероятность перехода атома из одного стационарного состояния в другое под действием электромагнитных волн (230). 22.2. Правила отбора для испускания и поглощения света атомами (232). 22.3. Проявление законов сохранения при излучении света (234). 22.4. Квантование электромагнитного поля (235). Методические указания и рекомендации 240 Упражнение VII 241	
ГЛАВА VIII. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ РАССЕЯНИЯ	243
§ 23. Упругое рассеяние частиц	243
23.1. Дифференциальное и полное сечения рассеяния (243). 23.2. Рассеяние на силовом центре. Амплитуда рассеяния (246). 23.3. Общий вид амплитуды рассеяния на силовом центре (247). 23.4. Определение амплитуды рассеяния в первом приближении теории возмущений (248).	
§ 24. Рассеяние частиц в центральном поле	249
24.1. Сечение рассеяния в борновском приближении (249). 24.2. Формула Резерфорда (251). 24.3. Матрица рассеяния (252). Методические указания и рекомендации 253 Упражнение VIII 254	
ГЛАВА IX. ГРАНИЦЫ ПРИМЕНИМОСТИ НЕРЕЛЯТИВИСТСКОЙ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ. ПОНЯТИЕ О РЕЛЯТИВИСТСКОЙ КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ	256
§ 25. Релятивистское волновое уравнение для частиц с нулевым и целым спином	257
25.1. Границы применимости нерелятивистской квантовой механики и переход в релятивистскую область (257). 25.2. Уравнение Клейна — Гордона — Фока (260). 25.3. Частицы и античастицы (263).	
§ 26. Уравнение Дирака	265
26.1. Матрицы Дирака и уравнение Дирака (265). 26.2. Некоторые свойства решений уравнения Дирака (267). 26.3. Частицы и античастицы, спины частиц и теория Дирака (268).	
§ 27. Квантованное электромагнитное поле	271
27.1. Представление электромагнитного поля в виде системы гармонических осцилляторов (271). 27.2. Квантовые электромагнитные поля (274).	

Упражнение IX	278
§ 28. Внутренние симметрии и изотопический спин	279
28.1. Понятие о внутренней симметрии и ее нарушении (279). 28.2. Унитарные симметрии. Изотопический спин (282). 28.3. Группа преобразований $SU(2)$ (284). 28.4. Понятие о $SU(3)$ -симметрии (286).	
Приложение I. Сингулярная дельта-функция Дирака	279
Приложение II. Матрицы и действия с ними	279
Приложение III. Элементы теории представлений	281
Упражнение X	306
Литература для дополнительного чтения	308

Учебное издание

Мултановский Вячеслав Всеволодович
Василевский Анатолий Семенович

КУРС ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Зав. редакцией *В. А. Обменина*
 Редактор *О. В. Серышева*
 Младшие редакторы *Е. В. Казакова, О. В. Агапова*
 Художники *В. С. Давыдов, О. М. Шмелев*
 Художественный редактор *В. М. Прокофьев*
 Технический редактор *Н. Н. Матвеева*
 Корректор *М. Ю. Сергеева*

ИБ 12378

Сдано в набор 25.09.90. Подписано к печати 27.06.91. Формат 60×90^{1/16}. Бум. офсетная № 2. Гарнит. литерат. Печать офсетная. Усл. печ. л. 20+0,25 форз. Усл. кр.-отт. 20,69. Уч.-изд. л. 19,90+0,42 форз. Тираж 22 000 экз. Заказ 891. Цена 3 р. 10 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Министерства печати и массовой информации РСФСР. 129846, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Саратовский ордена Трудового Красного Знамени полиграфический комбинат Министерства печати и массовой информации РСФСР. 410004, Саратов, ул. Чернышевского, 59.