

В. К. Семенов

СПЕЦ ФИЗИ КА



В. К. Семенов

СПЕЦФИЗИКА

Учебное пособие

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2025

УДК 539.1
ББК 22.383
С30

Рецензенты:

доктор химических наук, профессор кафедры технологии
приборов и материалов электронной техники (ПМЭТ)
Ивановского государственного химико-технологического университета
Рыбкин В. В.;

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры атомных электрических станций (АЭС)
Ивановского государственного энергетического университета (ИГЭУ)
Иванова Н. Б.

Семенов, В. К.

С30 Спецфизика : учебное пособие / В. К. Семенов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. – 180 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-1960-4

Рассматриваются основы ядерной физики, теории переноса нейтронов, теории ядерных реакторов и других родственных дисциплин. Содержание пособия выходит за рамки программы по общей физике для технических вузов. Здесь преследуется цель кратко на физическом уровне строгости изложить фундаментальные положения специальной теории относительности, квантовой механики и статистической физики.

Для студентов специальности «Атомные электрические станции и установки». Может быть использовано студентами других технических специальностей с расширенной программой по общей физике.

УДК 539.1
ББК 22.383

ISBN 978-5-9729-1960-4

© Семенов В. К., 2025
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2025
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Часть I. Элементы специальной теории относительности	6
1. Пространство и время классической физики	6
2. Критика классических представлений	7
3. Постулаты теории относительности	10
4. Неоднозначность и относительность понятия одновременности	11
5. Релятивистские эффекты замедления времени и сокращения длин.....	14
6. Преобразования Лоренца.....	16
7. Сложение скоростей в теории относительности.....	18
8. Релятивистские инварианты. Алгебра четырехмерных векторов.....	19
9. Релятивистская динамика	21
10. Эффект Доплера	26
11. Излучение Черенкова.....	28
12. Образование электрон-позитронных пар.....	29
13. Эффект Комптона.....	30
Библиографический список.....	32
 Часть II. Основы квантовой механики	33
Введение	33
1. Дифракция электронов на двух щелях.....	34
2. Понятие физической системы и ее состояния.....	36
3. Принцип дополнительности Бора.....	38
4. Принцип суперпозиции состояний.....	41
5. Эволюция изолированной системы.....	42
6. Координатное представление. Волны Де-Бройля.....	43
7. Вывод соотношения неопределенностей Гейзенберга.....	44
8. Уравнение Шрёдингера	45
9. Плотность потока вероятности	48
10. Стационарные состояния.....	49
11. Электрон в одномерной прямоугольной потенциальной яме	51
12. Частица в трёхмерной потенциальной яме.....	54
13. Потенциальный барьер полубесконечной ширины.....	54
14. Потенциальный барьер конечной протяжённости	57
15. Линейный гармонический осциллятор	59
16. Атом водорода	63
17. Приближённое решение уравнения Шрёдингера методом ВКБ.....	71
18. Принцип тождественности частиц. Принцип Паули.....	73
19. Строение многоэлектронных атомов.	
Периодический закон Менделеева	74

20. Спектр рентгеновского излучения	77
21. Линейные операторы	79
22. Собственные значения и собственные функции операторов	81
23. Эрмитовы операторы	81
24. Квантовомеханические величины и операторы.	
Принцип соответствия	83
25. Ортогональность и нормировка собственных функций эрмитовых операторов	86
26. Вероятность и средние значения результатов измерений	87
27. Дифференцирование операторов по времени	89
28. Коммутация операторов	90
29. Соотношение неопределенностей Гейзенберга	91
30. Интегралы движения	93
31. Эволюционный оператор изолированной системы	94
32. Причинность в квантовой механике	96
33. Необратимость времени	99
34. Линейный осциллятор	101
35. Тонкая структура спектра атомов. L-S-расщепление	105
36. Матричная форма квантовой механики	107
37. Основы матричной алгебры	109
38. Теория возмущений. Стационарные возмущения	114
Заключение	117
Библиографический список	118

Часть III. Статистическая физика и стохастические процессы	119
Введение	119
1. Принцип макроскопической необратимости	120
2. Фазовое пространство системы и ее микросостояния	122
3. Закон Гиббса	125
4. Статистическая сумма и статистическая температура	127
5. Энтропия системы	128
6. Основное термодинамическое тождество	131
7. Основное термодинамическое неравенство	134
7.1. Невозможность построения вечного двигателя второго рода.	
Теорема Карно	135
8. Свободная частица в газе	136
9. Энтропия идеального газа	138
9.1. Вращение двухатомных молекул	139
10. Гармонический осциллятор	140
11. Спины в магнитном поле	141
12. Химические реакции	142
13. Равновесие кристалла с газовой фазой	144
14. Система с переменным числом частиц	146
15. Квантовые статистики	147

16. Ферми-газ при абсолютном нуле.....	148
17. Проблемы кинетической теории. Функция распределения.....	151
18. Принцип детального равновесия	152
19. Принцип детального равновесия для ядерных реакций.....	154
20. Формулы Брейта – Вигнера.....	156
21. Кинетическое уравнение Больцмана.....	160
22. Расчет коэффициентов переноса на основе решения уравнения Больцмана.....	162
22.1. Электропроводность электронного газа	162
22.2. Расчет коэффициента диффузии в газе.....	163
22.3. Вязкость газов.....	164
22.4. Теплопроводность газов	165
23. Стохастические процессы	166
24. Метод моментов для уравнения Колмогорова	169
25. Уравнение Фоккера – Планка	174
Библиографический список.....	178