



В.И. Байков  
Н.В. Павлюкевич

# Теплофизика

---

## Термодинамика и статистическая физика

Для студентов учреждений  
высшего образования

В.И. Байков Н.В. Павлюкевич

# Теплофизика

---

## Термодинамика и статистическая физика

*Допущено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия  
для студентов учреждений  
высшего образования по специальностям  
«Физика (по направлениям)»,  
«Ядерная физика и технологии»,  
«Физика наноматериалов  
и нанотехнологий»*



Минск  
«Вышэйшая школа»  
2018

**Байков, В. И.** Теплофизика. Термодинамика и статистическая физика : учебное пособие / В. И. Байков, Н. В. Павлюкевич. — Минск : Вышэйшая школа, 2018. — 446, [1] с. : ил. — Библиогр. : с. 443—444.

УДК 536.7 + 531.19(075.8)

ББК 22

**Чит. зал №1 — 1 экз.**

Изложены равновесные законы термодинамики и статистической физики, а также основы молекулярно-кинетической теории процессов тепло-и массопереноса и физической кинетики.

Предназначено для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Физика (по направлениям)», «Ядерная физика и технологии», «Физика наноматериалов и нанотехнологий». Будет полезно студентам, магистрантам, аспирантам, инженерам и научным работникам, специализирующимся в области теплофизики, энергетики (в том числе ядерной) и энергосбережения.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
<b>Глава 1. ТЕРМОДИНАМИКА .....</b>	<b>5</b>
1.1. Физическая термодинамика. Исходные понятия и положения .....	5
1.2. Внутренняя энергия системы. Работа и теплота .....	12
1.3. Первое начало термодинамики .....	17
1.4. Основные термодинамические процессы и их уравнения .....	24
1.5. Второе начало термодинамики .....	28
1.6. Энтропия и термодинамическая температура .....	32
1.7. Термодинамические потенциалы .....	49
1.8. Термодинамические потенциалы сложных систем и систем с переменным числом частиц .....	59
1.9. Равновесие системы во внешнем поле .....	65
1.10. Условие устойчивости физически однородной системы (термодинамические неравенства) .....	67
1.11. Гомогенные и гетерогенные системы. Фазы и компоненты .....	72
1.12. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса .....	83
1.13. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста .....	86
1.14. Критическая точка .....	91
1.15. Закон соответственных состояний .....	98
1.16. Образование новой фазы .....	101
1.17. Химическая термодинамика. Исходные понятия .....	109
1.18. Третье начало термодинамики .....	116
1.19. Условие химического равновесия .....	121
1.20. Закон действующих масс .....	122
1.21. Диссоциация. Термическая ионизация .....	130
1.22. Техническая термодинамика .....	135
<b>Глава 2. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА .....</b>	<b>164</b>
2.1. Основные положения статистической физики .....	164
2.2. Средние значения и флуктуации .....	173
2.3. Статистический ансамбль. Теорема Лиувилля .....	178
2.4. Микроканонический ансамбль .....	182
2.5. Энтропия .....	185
2.6. Статистическая теория идеального газа на основе микроканонического ансамбля .....	193

2.7. Каноническое распределение Гиббса .....	201
2.8. Свойства распределения Гиббса .....	207
2.9. Описание квантовых систем. Оператор плотности. Уравнение Неймана .....	209
2.10. Квантовые микроканоническое и каноническое рас- пределения .....	216
2.11. Классический предел квантовой статистики .....	220
2.12. Вычисление термодинамических потенциалов из рас- пределения Гиббса .....	224
2.13. Классический одноатомный газ .....	226
2.14. Распределение Максвелла – Больцмана .....	228
2.15. Статистическая теория неидеального газа .....	233
2.16. Статистическая теория слабых растворов .....	242
2.17. Большое каноническое распределение Гиббса .....	254
2.18. Квантовое большое каноническое распределение .....	261
2.19. Квантовый идеальный газ .....	267
2.20. Вырожденные квантовые идеальные газы .....	271
2.21. Невырожденный квантовый идеальный газ Больц- мана .....	278
2.22. Ферми- и бозе-газы электронных (бесструктурных) частиц .....	282
2.23. Сильно вырожденный электронный газ .....	288
2.24. Вырожденный бозе-газ при низких температурах .....	299
2.25. Статистическая теория равновесного излучения .....	303
2.26. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии .....	307
2.27. Осциллятор и ротатор в термостате .....	311
2.28. Теория теплоемкости двухатомных газов .....	317
2.29. Отрицательные температуры .....	323
2.30. Теорема Нернста, или Третье начало термодинамики .....	330
2.31. Статистическая теория кристалла в гармоническом приближении .....	332
2.32. Флуктуации .....	342
2.33. Квазитермодинамическая (полуфеноменологическая) теория флуктуаций .....	348
2.34. Броуновское движение. Уравнение Ланжевена .....	357

### **Глава 3. ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ .....**

3.1. Уравнение Фоккера – Планка .....	362
3.2. Элементарная кинетическая теория газов .....	369
3.3. Уравнение Больцмана .....	378
3.4. Методы решения кинетического уравнения с помо- щью разложения по малому параметру .....	382
3.5. Метод Чепмена – Энскога и уравнения газодинамики .....	384

3.6. О релаксационных уравнениях в газах с внутренними степенями свободы .....	390
3.7. <i>H</i> -теорема Больцмана и энтропия .....	397
3.8. Процессы переноса в сильно разреженных газах .....	400
3.9. Кинетика испарения в пористых средах .....	409
<b>ЗАДАЧИ</b> .....	<b>418</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	<b>443</b>