

А.Г. САМОЙЛОВИЧ

ТЕРМОДИНАМИКА
И
СТАТИСТИЧЕСКАЯ
ФИЗИКА



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1955

А. Г. САМОЙЛОВИЧ

ТЕРМОДИНАМИКА И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ

*Допущено
Министерством высшего образования СССР
в качестве учебного пособия
для государственных университетов*

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

МОСКВА 1955

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие ко второму изданию	7
Предисловие к первому изданию	8
Введение	9

ГЛАВА I

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

§ 1. Термодинамическое равновесие — особая форма движения	10
§ 2. Факторы, определяющие свойства системы в состоянии термодинамического равновесия	12
§ 3. Температура — мера интенсивности теплового движения	13
§ 4. Параметры, характеризующие систему в состоянии термодинамического равновесия. Уравнение состояния	16
§ 5. Квазистатические и нестатические переходы между состояниями равновесия	20
§ 6. О понятиях энергии, работы и количества тепла	21
§ 7. Макроскопическая работа, совершаемая системой	24
§ 8. Внутренняя энергия	27
§ 9. Первый принцип термодинамики	29
§ 10. Теплоемкости. Скрытые теплоты. Понятие о термостате	30
§ 11. Политропические процессы	34
§ 12. Голономные и неголономные пфаффовы формы	36
§ 13. Второй принцип термодинамики для квазистатических процессов	42
§ 14. Энтропия и абсолютная температура	43
§ 15. Аддитивность энтропии. Парадокс Гиббса	51
§ 16. Вывод простейших соотношений	55
§ 17. Классические формулировки второго принципа термодинамики. Однозначность энтропии	59
§ 18. Неголономность термически неоднородной системы	64
§ 19. Основные термодинамические функции	66
§ 20. Вывод некоторых важных формул	72
§ 21. Эффект Джоуля — Томсона	77
§ 22. Термодинамика диэлектриков	80
§ 23. Термодинамика систем с переменным числом частиц	89
§ 24. Гальванический элемент	91

§ 25. Необратимость нестатических процессов	97
§ 26. Второй принцип термодинамики для нестатических процессов	101
§ 27. Неравенство Клаузиуса	104
§ 28. Максимальная работа	105
§ 29. Коэффициенты полезного действия тепловых машин	109
§ 30. Общие условия термодинамического равновесия	111
§ 31. Равновесие систем в силовых полях	119
§ 32. Условия устойчивости равновесия однородной системы	122
§ 33. Метастабильные состояния. Гистерезисные явления	125
§ 34. Принцип Ле-Шателье — Брауна	129
§ 35. Классические формулировки второго принципа термодинамики и нестатические процессы. Критика реакционной теории «тепловой смерти» вселенной	132
§ 36. Основные идеи новой термодинамической теории нестатических процессов	135
§ 37. Термодинамика термоэлектрических явлений	139
§ 38. Краткая сводка основных понятий и принципов термодинамики	147

Г Л А В А II

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

§ 39. Ломоносов и основные идеи кинетической теории тепла	149
§ 40. Невозможность сведения термодинамики к механике. Взгляд Энгельса на теплоту как на особую форму движения материи	150
§ 41. О динамических и статистических закономерностях	153
§ 42. Макроскопическая и микроскопическая трактовки состояния системы	161
§ 43. Основные положения статистической физики	164
§ 44. Процессы релаксации. Состояние термодинамического равновесия как особая форма движения	166
§ 45. Релаксация как стохастический процесс	167
§ 46. Система дифференциальных уравнений для вероятностей микросостояний. Исследование общего решения	171
§ 47. Равновероятность микросостояний. Микроканоническое распределение	174
§ 48. Каноническое распределение Гиббса	176
§ 49. Возможность замены микроканонического распределения каноническим	181
§ 50. Вывод законов термодинамики для квазистатических процессов	185
§ 51. Второй принцип термодинамики для нестатических процессов. Теплообмен	191
§ 52. Общее доказательство принципа возрастания энтропии	196
§ 53. Критика полученных результатов	198
§ 54. Опыты Сведберга. Теория Смолуховского	200
§ 55. Механизм необратимости с микроскопической точки зрения	202
§ 56. Две концепции принципа возрастания энтропии	204

§ 57. Теория флуктуаций	205
§ 58. Флуктуации и невозможность вечного двигателя второго рода	212
§ 59. Неприменимость выводов статистической физики ко вселенной	213
§ 60. Распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц	215
§ 61. Распределение Богуславского	220
§ 62. Краткая сводка основных понятий и принципов статистической физики	221

ГЛАВА III

НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ
К ИССЛЕДОВАНИЮ КЛАССИЧЕСКИХ СИСТЕМ

§ 63. Инвариантность фазового объема относительно канонических преобразований	224
§ 64. Свободная энергия и уравнение состояния идеального газа. Парадокс Гиббса	228
§ 65. Уравнение состояния неидеального газа	235
§ 66. Диэлектрики и парамагнетики	240
§ 67. Процессы упорядочения в бинарных металлических сплавах	245
§ 68. Распределение Максвелла	260
§ 69. Распределение Максвелла—Больцмана	263
§ 70. Другой вывод распределения Максвелла—Больцмана	270
§ 71. Принцип Больцмана и энтропия неравновесного идеального газа	273
§ 72. Теорема об обращении статистической суммы	275
§ 73. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы и классическая теория теплоемкостей	279
§ 74. Колеблющийся континуум как совокупность гармонических осцилляторов	286
§ 75. Формула Рэлея—Джинса	291

ГЛАВА IV

КВАНТОВАЯ СТАТИСТИКА

§ 76. Постановка вопроса	294
§ 77. Формула Планка как эмпирический факт	295
§ 78. Формула Планка и квантование энергии осциллятора	297
§ 79. Теплоемкость твердых тел	299
§ 80. Флуктуации излучения и теория фотонов	307
§ 81. Вычисление интерференционных флуктуаций волнового поля	315
§ 82. Статистический вывод формулы Вина. Неприменимость классической статистики к фотонам	317
§ 83. Квантовый синтез волн и частиц	319
§ 84. Распределение Бозе—Эйнштейна. Излучение как фотонный газ	324
§ 85. Распределение Ферми—Дирака	326
§ 86. Сопоставление трех видов распределения. Температура вырождения	329

§ 87. Энтропия неравновесных квантовых идеальных газов	330
§ 88. Флуктуации числа частиц и волновая природа материи	332
§ 89. Электронный газ в металле при абсолютном нуле температуры	333
§ 90. Уравнения состояния газов Бозе—Эйнштейна и Ферми—Дирака	338
§ 91. Одноатомный квантовый газ	343
§ 92. Термодинамика сильно вырожденного электронного газа	344
§ 93. Электронный газ в полупроводниках	347
§ 94. Термодинамические функции фотонного газа	351
§ 95. Сильно вырожденный газ Бозе—Эйнштейна	353
§ 96. Замечания по поводу тепловой теоремы Нерста	360
Литература	367
