

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Предисловие</i> . . . . .	3
<i>Введение</i> . . . . .	5
<b>Глава I. Элементы теории вероятностей и некоторые ее приложения в молекулярно-кинетической теории</b> . . . . .	<b>8</b>
§ 1. Элементы теории вероятностей . . . . .	—
1.1. Распределение вероятностей для значений случайной физической величины (8), 1.2. Теоремы сложения и умножения вероятностей (9), 1.3. Вычисление среднего значения случайной величины. Оценка разброса ее значений (9), 1.4. Многомерные распределения вероятностей (10), 1.5. Гауссовский закон распределения вероятностей (10), 1.6. Теорема об относительной флуктуации аддитивной физической величины (11)	
§ 2. Распределение молекул идеального газа по скоростям . . . . .	12
2.1*. Вывод распределения Максвелла (12), 2.2*. Вычисление давления газа на стенку сосуда. Физический смысл параметра $\beta$ (14), 2.3. Распределение Максвелла для модуля скорости. Энергия идеального газа (16), 2.4. Свойства максвелловского распределения по скоростям (17)	
Задачи к главе I . . . . .	19
<b>Глава II. Основные понятия и принципы статистической физики</b> . . . . .	<b>22</b>
§ 3. Микроскопическое описание макроскопической системы в классической статистике . . . . .	—
3.1. Предмет и метод статистической физики (22), 3.2. Микроскопическое состояние (23), 3.3. Фазовое пространство (24)	
§ 4. Микроскопическое описание состояния квантовой системы . . . . .	27
4.1. Задание микросостояния квантовой системы (27), 4.2. Расчет числа возможных состояний для идеального газа (29), 4.3. Соотношение неопределенностей и число квантовых состояний (30)	
§ 5. Функция статистического распределения в фазовом пространстве . . . . .	33
5.1. Вероятность состояния и вероятность значения физической величины (33), 5.2. Макроскопические величины как средние значения по состояниям (34), 5.3. Квазинезависимые подсистемы (35), 5.4. Состояние статистического равновесия (36)	
§ 6. Законы статистического распределения . . . . .	38
6.1. Теорема Лиувилля и зависимость функции распределения от энергии (38), 6.2. Микроканоническое и каноническое распределения	

	(41), 6.3. Термодинамическая вероятность, или статистический вес макросостояния системы. Статистическое определение энтропии (42)	
§ 7.	Каноническое распределение Гиббса . . . . .	45
	7.1. Вывод канонического распределения из микроканонического (45), 7.2. Статистическая температура (48), 7.3. Каноническое распределение в квантовой и классической областях. Квазиклассическое приближение (51), 7.4. Сводка основных понятий и принципов статистической физики (53).	
	Задачи к главе II . . . . .	54
 <i>Глава III. Законы статистической термодинамики</i> . . . . .		57
§ 8.	Описание макроскопической системы с помощью термодинамических величин . . . . .	—
	8.1. Параметры термодинамического состояния (57), 8.2. Равновесное состояние в термодинамике (58), 8.3. Внутренняя энергия (59), 8.4. Термодинамическая температура (60)	
§ 9.	Первое начало термодинамики . . . . .	62
	9.1. Равновесные процессы (62), 9.2. Работа в термодинамике. Теплота (63), 9.3. Первое начало термодинамики (64)	
§ 10.	Второе начало термодинамики . . . . .	66
	10.1. Связь изменения энтропии системы и теплоты (66), 10.2. Неравновесные процессы и закон возрастания энтропии (68), 10.3. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы (70), 10.4. Следствия из второго начала термодинамики как его другие формулировки (72), 10.5. Основное термодинамическое равенство-неравенство. Максимальная работа процессов (75), 10.6. Абсолютная шкала температур (76), 10.7. Особенности трактовки второго начала термодинамики (78)	
§ 11.	Третье начало термодинамики . . . . .	82
	11.1 Формулировка и статистическое обоснование третьего начала термодинамики (82), 11.2. Недостижимость абсолютного нуля температуры (83), 11.3. Следствия из третьего начала термодинамики (84)	
	Задачи к главе III . . . . .	85
 <i>Глава IV. Термодинамические функции. Вычисление термодинамических функций с помощью канонического распределения</i> . . . . .		89
§ 12.	Уравнения состояния и термодинамическая функция . . . . .	—
	12.1. Уравнение состояния (89), 12.2. Термодинамические потенциалы или характеристические функции (90), 12.3. Свободная энергия (90), 12.4. Термодинамический потенциал Гиббса и другие термодинамические функции (92), 12.5*. Нахождение одних термодинамических функций через другие и особенности применения функций (93)	
§ 13.	Термодинамика систем с переменным числом частиц . . . . .	95
	13.1. Химический потенциал. Основное термодинамическое равенство-неравенство для систем с переменным числом частиц (95). 13.2. Зави-	

	симось термодинамических функций от числа частиц (96), 13.3*. Большой термодинамический потенциал Гиббса (97)	
§ 14.	Вычисление термодинамических функций с помощью канонического распределения . . . . .	98
	14.1. Термодинамические величины как средние по каноническому распределению (98), 14.2 Пример статистического расчета: внутренняя энергия идеального газа (101), 14.3. Некоторые статистические выражения для термодинамических величин (102), 14.4*. Расчет энергии колебаний кристаллической решетки (103)	
§ 15*.	Каноническое распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц . . . . .	106
	15.1*. Вывод распределения (106), 15.2*. Свойства канонического распределения для систем с переменным числом частиц (108)	
	Задачи к главе IV . . . . .	108
<i>Глава V.</i>	<i>Применение статистической физики для изучения свойств газов.</i>	115
§ 16.	Вычисление термодинамических функций классического идеального газа . . . . .	—
	16.1. Статистический интеграл для идеального газа (115), 16.2. Основные термодинамические функции и уравнение состояния идеального газа (117)	
§ 17.	Распределение Максвелла — Больцмана . . . . .	117
	17.1. Молекула идеального газа как квазинезависимая подсистема (117), 17.2. Распределение по импульсам и координатам (118), 17.3. Распределение по скоростям и энергиям (119), 17.4. Распределение молекул по высоте в поле сил тяготения (120)	
§ 18.	Неидеальный газ . . . . .	121
	18.1*. Вычисление статистического интеграла для неидеального одноатомного газа (121), 18.2. Уравнение состояния реального одноатомного газа (124)	
§ 19.	Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы и классическая теория теплоемкости газа . . . . .	128
	19.1. Вывод теоремы из канонического распределения (128), 19.2. Некоторые результаты классической теории теплоемкостей и их сравнение с экспериментальными данными (131)	
§ 20.	Квантовая теория теплоемкостей одноатомных и двухатомных идеальных газов . . . . .	132
	20.1. Сведение задачи к вычислению статистической суммы по состоянию одной частицы (132), 20.2. Разделение теплоемкости на слагаемые, соответствующие поступательному, колебательному и вращательному движению молекулы (133), 20.3. Вычисление теплоемкости, соответствующей поступательному движению (135), 20.4. Вклад в теплоемкость колебаний молекул (136), 20.5. Вращательная теплоемкость. Обсуждение результатов расчета теплоемкости двухатомных газов (137)	
	Задачи к главе V . . . . .	138

<i>Глава VI. Квантовая статистика идеальных газов</i> . . . . .	143
§ 21. Распределения Ферми и Бозе . . . . .	—
21.1. Учет тождественности частиц в статистической физике (143),	
21.2. Распределение Ферми (144), 21.3. Распределение Бозе (145), 21.4*.	
Вывод распределений Ферми и Бозе из условия максимума энтропии	
(146), 21.5. Распределение Больцмана и критерий вырождения газа	
(152)	
§ 22*. Термодинамические функции и уравнение состояния квантовых идеаль-	
ных газов . . . . .	153
22.1*. Энергия и химический потенциал (153), 22.2*. Большой термо-	
динамический потенциал (154), 22.3*. Уравнение состояния (156)	
§ 23. Поведение вырожденных газов при температурах, близких к абсолют-	
ному нулю . . . . .	156
23.1. Идеальный Бозе-газ при низких температурах (156), 23.2*. Урав-	
нение состояния для вырожденного бозонного газа (158), 23.3. Идеаль-	
ный Ферми-газ при низких температурах (159), 23.4. Электронный газ	
в металле (161)	
§ 24. Равновесное электромагнитное излучение . . . . .	163
24.1. Особенности фотонов и фотонного газа (163), 24.2. Формула	
Планка (165), 24.3*. Термодинамические функции и уравнение состоя-	
ния фотонного газа (166)	
Задачи к главе VI . . . . .	167
<i>Глава VII. Флуктуации и броуновское движение</i> . . . . .	174
§ 25. Методы вычисления флуктуаций . . . . .	—
25.1. Понятие флуктуации (174), 25.2. Расчет флуктуаций с помощью	
канонического распределения Гиббса (175), 25.3. Другой метод вычис-	
ления флуктуаций (177)	
§ 26. Флуктуации основных термодинамических величин . . . . .	178
26.1. Оценка вероятности флуктуации в малой подсистеме, находящейся	
в контакте с термостатом (178), 26.2. Флуктуации объема и плотности	
(180), 26.3* .Флуктуации температуры, энтропии и давления (181), 26.4.	
Молекулярное рассеяние света (183)	
§ 27. Броуновское движение . . . . .	185
27.1. Понятие о броуновском движении (185), 27.2. Расчет среднего	
квадрата смещения броуновской частицы (186), 27.3*. Броуновское	
движение и диффузия (188)	
Задачи к главе VII . . . . .	190
<i>Глава VIII. Равновесие фаз и фазовые переходы</i> . . . . .	193
§ 28. Применение термодинамических функций для изучения условий равно-	
весия . . . . .	—
28.1. Критерии наличия равновесия и его устойчивости (193), 28.2. Рав-	
новесие в системе, состоящей из двух подсистем (196)	
§ 29. Равновесие в системе, состоящей из двух фаз одного и того же вещества.	198
29.1. Понятие фазы (198), 29.2. Уравнение Клапейрона — Клаузиуса.	
(199)	

§ 30. Особенности фазовых переходов «твердое тело — жидкость — газ», «твердое тело — газ» . . . . .	201
30.1. Тройная точка. Критическая точка (201), 30.2. Уравнение Ван-дер-Ваальса и система «жидкость — газ» (202), 30.3. Метастабильные состояния вещества. Образование новой фазы (204), 30.4. Зависимость давления насыщенных паров от температуры (206)	
§ 31. Равновесие в многокомпонентных и многофазных системах . . . . .	206
31.1. Условие равновесия относительно реакций (206), 31.2. Понятие компоненты (207), 31.3*. Закон действующих масс (208), 31.4. Многофазная и многокомпонентная система (209)	
§ 32. Фазовые переходы второго рода . . . . .	211
32.1. Классификация фазовых переходов (211), 32.2*. Уравнения Эренфеста (213)	
Задачи к главе VIII . . . . .	214
<i>Глава IX. Некоторые вопросы теории неравновесных процессов . . . . .</i>	<i>216</i>
§ 33. Кинетическое уравнение Больцмана . . . . .	217
33.1. Общий вид кинетического уравнения (217), 33.2. Интеграл столкновений (221), 33.3. Использование принципа детального равновесия (223), 33.4. Следствия из уравнения Больцмана. Равновесное распределение молекул по скоростям (224), 33.5*. <i>H</i> — теорема Больцмана (225), 33.6. Приближение времени релаксации (227)	
§ 34. Явления переноса . . . . .	228
34.1. Уравнение баланса для переносимой физической величины (228), 34.2. Явления диффузии и теплопроводности. Термодиффузия (229), 34.3. Молекулярно-кинетическая теория диффузии и теплопроводности (230)	
§ 35. Основные положения термодинамики неравновесных систем . . . . .	233
35.1. Положение о локальном равновесии (234), 35.2. Линейная связь потоков и сил (235), 35.3. Принцип симметрии кинетических коэффициентов Онсагера (236), 35.4. Закон производства энтропии (236), 35.5. Условие стационарности состояния системы (238)	
Задачи к главе IX . . . . .	239
<i>Приложение . . . . .</i>	<i>246</i>
<i>Литература для дополнительного чтения . . . . .</i>	<i>249</i>