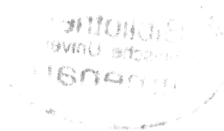


David H. Trevena

Statistische Mechanik

Eine Einführung



Übersetzt von Thomas Filk



Weinheim · New York
Basel · Cambridge · Tokyo

Inhaltsverzeichnis

Vorwort von H. N. V. Temperley	V
Vorwort des Autors	VII
1 Historische Einleitung	1
2 Einige grundlegende Ideen	5
2.1 Einführung	5
2.2 Makrozustände und Mikrozustände	6
2.3 Ein System aus unterscheidbaren Teilchen	7
2.4 Die Boltzmann-Verteilung	12
2.5 Entropie und die Anzahl der Mikrozustände	15
2.6 Eine abschließende Zusammenfassung	16
3 Die Boltzmann-Verteilung und damit zusammenhängende Themen	19
3.1 Die Konstante α und die Zustandssumme	19
3.2 Die Konstanten β und k_B	20
3.3 Die Beziehung zwischen der Zustandssumme und anderen thermodynamischen Funktionen	22
3.4 Entartete Energiezustände	24
3.5 Die Zustandssumme für das System	25
4 Ein erster Zugang zu einer Gastheorie	27
4.1 Einführung	27
4.2 Das Problem der „Teilchen in einem Kasten“	27
4.3 Die Zustandsdichte	29
4.4 Mehr zur Zustandsdichte	31
4.5 Einige nützliche Rechnungen	32
4.6 Die Verteilungsfunktion für ein reales chemisches Gas unter Normalbedingungen	33

5	Eine detailliertere Behandlung der Gase	37
5.1	Symmetrische und antisymmetrische Wellenfunktionen	37
5.2	Die Anzahl der Mikrozustände für Fermionen und Bosonen	39
5.3	Die Verteilungsfunktionen für Fermionen und Bosonen	41
5.4	Das verdünnte Gas: Der klassische Grenzfall	42
5.5	Geschlossene und offene Systeme; α und das chemische Potential	44
5.6	Abschließende Zusammenfassung der drei Verteilungsfunktionen	45
6	Die Maxwell-Boltzmann-Verteilung für ein einatomiges und ein zweiatomiges Gas	47
	Teil I: Einatomiges Gas	47
6.1	Einführung	47
6.2	Kurze Zusammenfassung der Verteilung molekularer Geschwindigkeiten	48
6.3	Die Zustandssumme für ein Maxwell-Boltzmann-Gas	51
6.4	Ein Blick auf die Gültigkeit des MB- (d.h. verdünnten oder klassischen) Grenzfalles	52
6.5	Herleitung der MB-Geschwindigkeitsverteilung	52
6.6	Der Zusammenhang mit der Thermodynamik	53
6.7	Vergleich mit den Ergebnissen für lokalisierte Teilchen: Der Faktor $N!$	56
	Teil II: Zweiatomige Gase	58
6.8	Die Zustandssumme für ein zweiatomiges Molekül	58
6.9	Die Freie Energie F	59
6.10	Die verschiedenen Beiträge zu Z und die anderen thermodynamischen Funktionen	59
6.11	Die gesamte Zustandssumme und die Zustandsgleichung für ein zweiatomiges Gas	62
6.12	Die spezifische Wärme eines zweiatomigen Gases	63
7	Fermi-Dirac-Gase	65
7.1	Einführung	65
7.2	Die Fermi-Energie	66
7.3	Das Elektronengas in einem Metall	67
7.4	Die spezifische Wärme von Elektronen	70
7.5	Die thermodynamischen Funktionen für ein ideales Fermi-Gas	72
7.6	Einige einfache Berechnungen	74
7.7	Der Paulische Paramagnetismus	75
7.8	Das Problem des flüssigen Heliums	79
7.9	Flüssiges ^3He als Fermi-Gas	80
7.10	Anwendung auf Halbleiter	81
7.11	Zusammenfassung	84

8 Bose-Einstein-Gase	85
8.1 Einführung	85
8.2 Die Bose-Einstein-Kondensation	86
8.3 Die thermodynamischen Funktionen eines idealen Bose-Gases	89
8.4 Anwendung auf ^4He	91
8.5 Das Photon-Gas: Die Strahlung eines Schwarzen Körpers	93
8.6 Zusammenfassung	95
9 Festkörper	97
9.1 Klassische Theorie der spezifischen Wärme von Gittern	97
9.2 Der quantisierte lineare harmonische Oszillator	98
9.3 Die Einsteinsche Theorie für die spezifische Wärme eines Festkörpers	100
9.4 Die Debyesche Theorie	101
10 Flüssigkeiten	105
10.1 Einführung	105
10.2 Verschiedene Zugänge zur flüssigen Phase	106
10.3 Die allgemeine Form der intermolekularen Wechselwirkungen in Flüssigkeiten	110
10.4 Die „starre Kugel“ und weitere einfache Funktionen	111
10.5 Die Zustandssumme für ein nicht-ideales Gas oder eine Flüssigkeit	111
10.6 Die Mayersche Virialentwicklung	112
10.7 Der Nutzen der radialen Verteilungsfunktion	115
10.8 Monte-Carlo- und Molekulardynamik-Verfahren	117
10.9 Abschließende Zusammenfassung	118
11 Weitere verwandte Themen	119
11.1 Die Relationen $P = 2U/3V$ für ein ideales einatomiges Gas und $P = U/3V$ für ein Photon-Gas	119
11.2 Ein System von Teilchen mit jeweils zwei Energieniveaus; die Schottky-Anomalie	120
11.3 Die Entropie eines Gemisches aus zwei idealen Gasen	124
12 Ausgearbeitete Beispiele	127
13 Fragen mit Antworten für den Studenten	133
Anhang 1: Die Stirlingsche Näherung	139
Anhang 2: Das Ergebnis $\Omega = N! / \prod_j n_j!$ für lokalisierte Teilchen	141
Anhang 3: Verschiedene Integrale	143
Anhang 4: Einige Ergebnisse aus der Thermodynamik	145

Anhang 5: Physikalische Konstanten	149
Weiterführende Literatur	151
Register	155