Inhaltsverzeichnis

Die mit einem * bezeichneten Paragraphen sind schwieriger und können beim ersten Studium des Buches übergangen werden.

Kapitel I. Einleitung — Seite

§ 1.1 Wesen und Aufgaben der statistischen Thermodynamik 1
§ 1.2 Einige Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung 3
§ 1.3 Verteilungen und Mittelwerte 9

Erster Teil

Allgemeine Grundlagen

Kapitel II. Klassische Statistik im μ-Raum (MAXWELL-BOLTZMANNsche Statistik)

§ 2.1 Mikrozustand und Makrozustand 18
§ 2.2 Die wahrscheinlichste Verteilung. I. Nebenbedingung 20
§ 2.3 Der μ-Raum 24
§ 2.4 Die wahrscheinlichste Verteilung. II. Nebenbedingung (MAXWELL-BOLTZMANNsche Energieverteilung) 28
§ 2.5 Das MAXWELLsche Geschwindigkeitsverteilungsgesetz 30
§ 2.6 Die empirische Temperatur 32
§ 2.7 Der I. und II. Hauptsatz 36
§ 2.8 Freie Energie und Verteilungsfunktion 39
§ 2.9 Das Äquipartitionstheorem 40
§ 2.10 Nochmals die Entropie 42
§ 2.11 Unzulänglichkeit der klassischen Statistik im μ-Raum 43

Kapitel III. Quantenstatistik lokalisierter Teilchen im μ-Raum (DARWIN-FOWLERsche Methode)

§ 3.1 Rekapitulation einiger Elemente der Quantenmechanik 46
§ 3.2 Grundbegriffe der Quantenstatistik 59
§ 3.3 Allgemeines über die DARWIN-FOWLERsche Methode 63
§ 3.4 Die erzeugende Funktion. I. Nebenbedingung 65
§ 3.5 Die Sattelpunktmethode. II. Nebenbedingung 67

Kapitel IV. Quantenstatistik nicht lokalisierter Teilchen im μ-Raum (BOSE-EINSTEIN- und FERMI-DIRAC-Statistik)

§ 4.1 Systeme mit symmetrischen und Systeme mit antisymmetrischen Eigenfunktionen. Zugänglichkeit und Hemmungen 75
§ 4.2 Statistik mit symmetrischen Eigenfunktionen (BOSE-EINSTEIN-Statistik) 78
§ 4.3 Statistik mit antisymmetrischen Eigenfunktionen (FERMI-DIRAC-Statistik) 79
§ 4.4 Anwendung der Sattelpunktmethode 80
§ 4.5 Diskussion des Verteilungsgesetzes. Übergang zur klassischen Statistik . . 84
§ 4.6 Quantenstatistik und Thermodynamik 88

Kapitel V. Klassische Statistik im Γ-Raum (GIBBSsche Statistik)

§ 5.1* Einige Hilfsmittel aus der klassischen Mechanik 92
§ 5.2 Γ-Raum und virtuelle Gesamtheit 98
§ 5.3* Der LIOUVILLEsche Satz. Kanonische Invarianz von Phasendichte und Phasenausdehnung. Das statistische Gleichgewicht 100
§ 5.4* Konfigurationsausdehnung und Geschwindigkeitsausdehnung 105
§ 5.5* Die Beziehung zwischen virtueller Gesamtheit und Originalsystem 107
§ 5.6* Die mikrokanonische Gesamtheit 112
§ 5.7* Äquipartitionstheorem und Virialsatz 114
§ 5.8* Die empirische Temperatur 116
§ 5.9* Der Satz von der adiabatischen Invarianz des Phasenvolumens 117

Seite

§ 5.10* Entropie und absolute Temperatur 118
§ 5.11* Explizite Formulierung der Funktionen Ω^* und Φ 121
§ 5.12* Das thermodynamische Gleichgewicht. Zugänglichkeit und Hemmungen . 124
§ 5.13* Mikrokanonische Gesamtheit und μ-Raum-Statistik 129
§ 5.14 Die kanonische Gesamtheit 132

Kapitel VI. Allgemeine Quantenstatistik

§ 6.1* Einige Hilfsmittel aus der Quantenmechanik. 138
§ 6.2* Die Dichtematrix. Das quantenstatistische Analogon des LIOUVILLEschen Satzes. Das statistische Gleichgewicht 150
§ 6.3* Die physikalischen Grundlagen der Quantenstatistik 155
§ 6.4* Die mikrokanonische Gesamtheit der Quantenstatistik 159
§ 6.5* Die kanonische Gesamtheit der Quantenstatistik 162
§ 6.6* Berechnung der Verteilungsfunktion. Die BLOCHsche Gleichung 169
§ 6.7* Die halbklassische Näherung 177

Kapitel VII. Große Verteilungsfunktionen. Schwankungen

§ 7.1 Die große kanonische Gesamtheit. 182
§ 7.2 Beispiele für die Anwendung der großen Verteilungsfunktion 187
§ 7.3* Transformationstheorie der Verteilungsfunktionen 192
§ 7.4* Allgemeine Theorie der Schwankungen 202
§ 7.5* Eine Anwendung der Schwankungstheorie: Lichtstreuung von Vielkomponentensystemen 208
§ 7.6* Phasenumwandlungen. Die thermodynamischen Stabilitätsbedingungen . 220
§ 7.7* Das eindimensionale System 237

Kapitel VIII. Molekulare Verteilungsfunktionen

§ 8.1 Molekulare Verteilungsfunktionen und kanonische Gesamtheit 243
§ 8.2* Berechnung der molekularen Verteilungsfunktionen. Die BORN-GREENsche Gleichung. Die KIRKWOODschen Gleichungen I. Art 254
§ 8.3* Molekulare Verteilungsfunktionen und große kanonische Gesamtheit . . 258
§ 8.4* Die MAYERschen Integralgleichungen 269
§ 8.5* Schwankungen der Teilchenzahlen. Streuung elektromagnetischer Wellen 275
§ 8.6* Die KIRKWOODschen Gleichungen II. Art 283
§ 8.7* Phasenumwandlungen und molekulare Verteilungsfunktionen 288
§ 8.8* Die molekularen Verteilungsfunktionen des eindimensionalen Systems . . 292

Zweiter Teil

Theorie der Gase

Kapitel IX. Ideale Gase

§ 9.1 Definition und allgemeine Eigenschaften 302
§ 9.2 Einatomige Moleküle 306
§ 9.3 Rotation zweiatomiger Moleküle 307
§ 9.4 Der Einfluß des Kernspins. 309
§ 9.5 Ortho- und Para-Wasserstoff. 313
§ 9.6 Der Freiheitsgrad der Schwingung 317
§ 9.7 Der Einfluß der Elektronen 325
§ 9.8* Gase aus vielatomigen Molekülen 328
§ 9.9* Rotation vielatomiger Moleküle 330
§ 9.10* Schwingungen vielatomiger Moleküle 334
§ 9.11* Innere Rotationen vielatomiger Moleküle 342

Kapitel X. Chemische Gleichgewichte in idealen Gasen

§ 10.1 Das Gleichgewicht zwischen Isomeren 355
§ 10.2 Allgemeine statistische Theorie des Dissoziations-Gleichgewichtes 357
§ 10.3 Die chemischen Konstanten 363
§ 10.4 Ergänzende Bemerkungen zur Theorie des chemischen Gleichgewichtes . . 367

Kapitel XI. Reale Gase bei mäßigen Drucken (Theorie des zweiten Virialkoeffizienten)

§ 11.1 Allgemeines über die Eigenschaften realer Gase. Zustandsgleichungen . . 370
§ 11.2 Statistische Theorie des zweiten Virialkoeffizienten 374
§ 11.3 Zweiter Virialkoeffizient und zwischenmolekulare Kräfte. Experimentelle Prüfung der Theorie 378
§ 11.4* Quantenstatistische Theorie des zweiten Virialkoeffizienten 393
§ 11.5 Das Theorem der übereinstimmenden Zustände 405

Kapitel XII. Allgemeine Theorie der realen Gase und der Kondensation Seite

§ 12.1* Die cluster-Integrale 409
§ 12.2* Die unreduzierbaren cluster-Integrale 413
§ 12.3* Einführung der großen Verteilungsfunktion 416
§ 12.4* Die H-Funktionen 421
§ 12.5* Die Virialform der Zustandsgleichung. Thermodynamische Eigenschaften realer Gase 424
§ 12.6* Theorie der Kondensation 430
§ 12.7* Quantenstatistik der realen Gase. Die EINSTEIN-Kondensation 437

Kapitel XIII. Molekulare Verteilungsfunktionen realer Gase

§ 13.1* Direkte Berechnung der molekularen Verteilungsfunktionen 454
§ 13.2* Die Lösung der BORN-GREENschen Gleichung 463
§ 13.3* Diskussion der BORN-GREENschen Näherung 468
§ 13.4* Bemerkungen zur quantenstatistischen Theorie der molekularen Verteilungsfunktionen 472

Dritter Teil

Theorie der Kristalle

Kapitel XIV. Ideale Kristalle

§ 14.1 Definitionen und allgemeine Ansätze 475
§ 14.2 Die Theorie von EINSTEIN 479
§ 14.3 Das Prinzip von RAYLEIGH und JEANS 480
§ 14.4 Exkurs: Theorie der Hohlraumstrahlung 482
§ 14.5 Die DEBYEsche Theorie 485
§ 14.6 Experimentelle Prüfung der DEBYEschen Theorie 489
§ 14.7 Ergebnisse der exakten Theorie der Kristallgitter 493
§ 14.8 Die Elektronenwärme der Metalle. Anharmonizität der Gitterschwingungen 503

Kapitel XV. Das Dampfdruckgleichgewicht. Der NERNSTsche Wärmesatz

§ 15.1 Ableitung der Dampfdruckformel 510
§ 15.2 Heterogene Reaktionen 514
§ 15.3 Die Nullpunktsentropie der Kristalle 515
§ 15.4 Experimentelle Prüfung der Theorie 517
§ 15.5 Der NERNSTsche Wärmesatz 522
§ 15.6 Die Unerreichbarkeit des absoluten Nullpunktes 527

Kapitel XVI. Kooperative Erscheinungen in Kristallen I: Elementare Theorien der Überstruktur-Umwandlungen

§ 16.1 Nicht-kooperative Fehlordnung 530
§ 16.2 Allgemeines über kooperative Erscheinungen in Kristallen. Überstruktur-Umwandlungen 534
§ 16.3 Die Methode von GORSKY und BRAGG-WILLIAMS 543
§ 16.4 Das BETHEsche Näherungsverfahren 548
§ 16.5 Die quasi-chemische Methode 553
§ 16.6 Die KIRKWOODsche Reihenentwicklung 558

Kapitel XVII. Kooperative Erscheinungen in Kristallen II: Matrix-Theorie des ISING-Modells

§ 17.1* Das eindimensionale ISING-Modell 568
§ 17.2* Das zweidimensionale ISING-Modell. Näherungsweise Behandlung nach dem Variations-Verfahren. Bestimmung der Umwandlungstemperatur. 573
§ 17.3* Das zweidimensionale ISING-Modell. Exakte Lösung des Eigenwertproblems 581
§ 17.4* Das zweidimensionale ISING-Modell: Thermodynamische Eigenschaften nach der exakten Theorie. Die Magnetisierung 593
§ 17.5* Einige Ergebnisse für das dreidimensionale ISING-Modell 599
§ 17.6* ISING-Modell und Gitter-Gas 604

Kapitel XVIII. Kooperative Erscheinungen in Kristallen III: Feste Lösungen. Rotationsumwandlungen

§ 18.1* Die FUCHSsche Theorie der festen Lösungen 608
§ 18.2* Feste Lösung und ISING-Modell. Theorie des kritischen Punktes. 620
§ 18.3* Auswertung der FUCHSschen Theorie. Vergleich mit exakten Ergebnissen und experimentellen Daten 627
§ 18.4* Rotationsumwandlungen 639

Vierter Teil

Theorie der Flüssigkeiten

Kapitel XIX. Reine Flüssigkeiten — Seite

§ 19.1 Allgemeine Gesichtspunkte 646
§ 19.2 Die Theorie von LENNARD-JONES und DEVONSHIRE 651
§ 19.3* Verfeinerungen und strengere Begründung der Theorie des freien Volumens 661
§ 19.4* Molekulare Verteilungsfunktionen von Flüssigkeiten 672
§ 19.5 Die Schmelztheorie von LENNARD-JONES und DEVONSHIRE 685
§ 19.6* Die Schmelztheorie von KIRKWOOD und MONROE 691

Kapitel XX. Lösungen von Nichtelektrolyten

§ 20.1 Übersicht über die Methoden 702
§ 20.2* Exakte Theorie nach der cluster-Methode. Entmischung und kritische Punkte 704
§ 20.3 Das Gittermodell. Die ideale und die streng reguläre Lösung 712
§ 20.4* Nichtkooperative Orientierungseffekte in Lösungen 726
§ 20.5* Kooperative Orientierungseffekte in Lösungen 736
§ 20.6 Anwendung der Theorie des freien Volumens auf Lösungen 749

Kapitel XXI. Lösungen starker Elektrolyte

§ 21.1 Natur des Problems. Allgemeine Ansätze 759
§ 21.2 Die DEBYE-HÜCKELsche Näherung 767
§ 21.3 Diskussion der DEBYE-HÜCKELschen Theorie 773
§ 21.4* Strengere Begründung der Grenzgesetze 779

Kapitel XXII. Lösungen von Makromolekülen

§ 22.1 Theorie der athermischen Lösung starrer Fadenmoleküle 791
§ 22.2 Athermische Lösung von Kugelmolekülen. Die innere Beweglichkeit der Fadenmoleküle 802
§ 22.3 Irreguläre Lösungen 809
§ 22.4* Orientierungseffekte in makromolekularen Lösungen 811

Literatur 819

Mathematischer Anhang

1. Die Gamma-Funktion 820
2. Die DIRACsche Delta-Funktion 821
3. Die FOURIER-Transformation 823
4. Die LAPLACE-Transformation 824
5. Die EULERsche Summenformel 825
6. Matrizen 826
7. Darstellung von Operatoren durch Matrizen 832
8. LIEsche Algebra 833
9. Singularitäten von Funktionen, die durch Potenzreihen mit positiven reellen Koeffizienten dargestellt werden 834
10. Berechnung des Integrals (V 192) 834
11. Ableitung der Entwicklung (XIX 165) 835
12. Ableitung der Verteilungsfunktion realer Gase aus der großen Verteilungsfunktion nach Gl. (VII 107) 838

Literatur zum Mathematischen Anhang 838

Verzeichnis der Formelsymbole 839

Namenverzeichnis 842

Sachverzeichnis 850