

STATISTISCHE MECHANIK

ERSTER BAND

VON

KERSON HUANG

Associate Professor of Physics
Massachusetts Institut of Technology



BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT MANNHEIM

HOCHSCHULTASCHENBÜCHER-VERLAG

INHALTSVERZEICHNIS

A. THERMODYNAMIK UND KINETISCHE THEORIE

KAPITEL I

Die Hauptsätze der Thermodynamik	9
1.1 Vorbemerkungen	9
1.2 Der erste Hauptsatz der Thermodynamik	13
1.3 Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik	17
1.4 Die Entropie	22
1.5 Einige unmittelbare Folgerungen aus dem zweiten Hauptsatz	28
1.6 Thermodynamische Potentiale	32
1.7 Der dritte Hauptsatz der Thermodynamik	35

KAPITEL II

Einige Anwendungen der Thermodynamik	43
2.1 Thermodynamische Beschreibung der Phasemübergänge	43
2.2 Oberflächeneffekte bei der Kondensation	48
2.3 Die Van-der-Waals'sche Zustandsgleichung	52
2.4 Der osmotische Druck	58

KAPITEL III

Das Problem der kinetischen Theorie	69
3.1 Formulierung des Problems	69
3.2 Zweierstöße	74
3.3 Die Boltzmann'sche Transportgleichung	80

KAPITEL IV

Der Gleichgewichtszustand eines verdünnten Gases	84
4.1 Das Boltzmann'sche <i>ff</i> -Theorem	84
4.2 Die Maxwell-Boltzmann-Verteilung	86
4.3 Die Methode der wahrscheinlichsten Verteilung	91
4.4 Die Analyse des <i>//</i> -Theorems	102
4.5 Zwei „Paradoxien“.	107
4.6 Die Gültigkeit der Boltzmann'schen Transportgleichung	109

Inhalt

KAPITEL V

Transporterscheinungen . . . . .	.113
5.1 Die mittlere freie Weglänge . . . . .	.113
5.2 Die Erhaltungssätze . . . . .	.115
5.3 Die Näherung nullter Ordnung . . . . .	.120
5.4 Die Näherung erster Ordnung . . . . .	.124
5.5 Viskosität . . . . .	.129
5.6 Hydrodynamik mit Viskosität. . . . .	.133
5.7 Die Navier-Stokes'sche Gleichung . . . . .	.135
5.8 Beispiele aus der Hydrodynamik . . . . .	.139

KAPITEL VI

Die Chapman-Enskog-Methode . . . . .	.149
6.1 Das Ziel der Methode . . . . .	.149
6.2 Die Chapman-Enskog-Entwicklung . . . . .	.150
6.3 Existenz der Lösungen . . . . .	.155
6.4 Die Näherung erster Ordnung . . . . .	.158
. . . . .	.162

STATISTISCHE MECHANIK

ZWEITER BAND

VON

KERSON HUANG

Associate Professor of Physics
Massachusetts Institute of Technology



BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT MANNHEIM

HOCHSCHULTASCHENBÜCHER-VERLAG

INHALTSVERZEICHNIS

B. STATISTISCHE MECHANIK

KAPITEL VII

Die klassische statistische Mechanik

7.1 Das Postulat der klassischen statistischen Mechanik	7
7.2 Die mikrokanonische Gesamtheit	11
7.3 Die Ableitung der Thermodynamik.	17
7.4 Der Gleichverteilungssatz	19
7.5 Das klassische ideale Gas.	21
7.6 Das Gibbsche Paradoxon	23

KAPITEL VIII

Die kanonische Gesamtheit und die großkanonische Gesamtheit

8.1 Die kanonische Gesamtheit	26
8.2 Energieschwankungen in der kanonischen Gesamtheit	29
8.3 Die großkanonische Gesamtheit	32
8.4 Dichteschwankungen in der großkanonischen Gesamtheit.	36
8.5 Die Äquivalenz der kanonischen und der großkanonischen Gesamtheit	39
8.6 Das Verhalten von $W(N)$	43
8.7 Die Bedeutung der Maxwellschen Konstruktion	45

KAPITEL IX

Die Quantenstatistik

9.1 Die Postulate der Quantenstatistik.	56
9.2 Die Dichtematrix.	60
9.3 Die Gesamtheiten der Quantenstatistik.	62
9.4 Der dritte Hauptsatz der Thermodynamik.	64
9.5 Die idealen Gase: Mikrokanonische Gesamtheit.	66
9.6 Die idealen Gase. Großkanonische Gesamtheit	72
9.7 Die Grundlagen der statistischen Mechanik	77

KAPITEL X

Die Zustandssumme

10.1 Die Methode von Darwin und Fowler.	81
10.2 Der klassische Grenzfall der Zustandssumme.	88
10.3 Das Vanationsprinzip.	95

KAPITEL XI

Das ideale Fermi-Gas

11.1 Die Zustandsgleichung des idealen Fermi-Gases.	100
11.2 Die Theorie der Weißen Zwerge.	107
11.3 Der Landausche Diamagnetismus.	114
11.4 DeHaas-van Alphen-Effekt.	121
11.5 Der Paulische Paramagnetismus.	124

KAPITEL XII

Das ideale Bose-Gas

12.1 Photonen.	131
12.2 Phononen.	136
12.3 Die Bose-Einstem-Kondensation.	141
12.4 Eine andere Behandlung der Bose-Einstem-Kondensation.	150

KAPITEL XIII

Nichtideale Gase bei tiefen Temperaturen

13.1 Problemstellung.	154
13.2 Die Methode der Pseudopotentiale bei Zwei-Körper- Problemen.	155
13.3 Die Methode der Pseudopotentiale bei N-Körper-Problemen	160
13.4 Ein nichtideales Fermi-Gas.	163
13.5 Ein nichtideales Bose-Gas.	170

KAPITEL XIV

Die Cluster-Entwicklingen

14.1 Die klassische Cluster-Entwicklung.	179
14.2 Die quantenmechanische Cluster-Entwicklung.	186
14.3 Der zweite Virialkoeffizient.	190

KAPITEL XV

Phasenübergänge

15.1 Die Formulierung des Problems.	196
15.2 Die Theorie von Yang und Lee.	199
15.3 Die Gasphase.	204
15.4 Das Van Hovesehe Theorem.	205

Register

STATISTISCHE MECHANIK

DRITTER BAND

VON

KERSON HUANG

Associate Professor of Physics
Massachusetts Institute of Technology



BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT • MANNHEIM

HOCHSCHULTASCHENBÜCHER-VERLAG

INHALTSVERZEICHNIS

C. SPEZIELLE PROBLEME DER STATISTISCHEN MECHANIK

KAPITEL XVI

Das Ising-Modell

16.1	Definition des Ising-Modells.	7
16.2	Die Äquivalenz des Ising-Modells mit anderen Modellen	10
	Das Gitter-Gas.	10
	Die binare Legierung.	13
16.3	Die Bragg-Williams-Näherung.	15
16.4	Die Bethe-Peierls-Näherung.	21
16.5	Das eindimensionale Ising-Modell.	26

KAPITEL XVII

Die Onsager-Lösung

17.1	Beschreibung des zweidimensionalen Ising-Modells.	29
	Beschreibung durch Matrizen.	29
	Die Matrize P.	32
	Das direkte Produkt von Matrizen.	32
	Spinmatrizen.	33
	Die Matrizen V_1 , V_2 und V_3	34
17.2	Ein mathematischer Exkurs.	36
17.3	Die Lösung.	41
	Die Matrix V in Spindarstellung.	41
	Eine Darstellung mit diagonalem U.	43
	Die Eigenwerte von V_+ und V_-	44
	Die Eigenwerte von V.	49
	Der größte Eigenwert von V.	51
	Die thermodynamische Funktion.	53

KAPITEL XVIII

Flüssiges Helium

18.1	Der A-Übergang.	58
18.2	Das Zwei-Flussigkeits-Modell von Tisza.	61
18.3	Die Theorien von Landau und Feynman.	67
18.4	Gleichgewichtseigenschaften in der Nahe des absoluten Nullpunktes.	79
18.5	Bewegung der Superflüssigkeit.	80
18.6	Die kinetische Theorie in der Nahe des absoluten Nullpunktes.	85
	Formulierung des Problems.	85

Thermodynamik des Quasi-Gleichgewichts.	86
Ein Zwei-Flüssigkeits-Modell.	90
Die hydrodynamischen Gleichungen.	91
18.7 Superfluidität.	94
Erster und zweiter Schall.	94
Die superfluide Strömung.	96

KAPITEL XIX

Das Bose-Gas aus harten Kugeln	
19.1 Formulierung des Problems.	99
19.2 Die Störungsrechnung.	100
Der Hamiltonoperator.	100
Die Rechnung erster Ordnung.	102
Die Rechnung zweiter Ordnung.	104
Konvergenz der Störungsreihe.	106
19.3 Eine neue Methode der Störungsrechnung.	108
19.4 Der Grundzustand und die unteren Anregungszustände.	112
Das Energiespektrum.	112
Die Wellenfunktionen.	114
19.5 Hoher angeregte Zustände.	121
19.6 Kritische Diskussion.	127
19.7 Makroskopische Eigenschaften.	129

ANHANG A

Das N-Körper-System von gleichen Teilchen	
A.1 Die beiden Arten der Statistik.	131
A.2 N-Körper-Wellenfunktionen.	133
Das N-Körper-System.	133
Der vollständige Satz von Wellenfunktionen.	134
Die Wellenfunktionen freier Teilchen.	137
Ein System von Bose-Teilchen als Rechenbeispiel.	138
Ein System von Fermi-Teilchen als Rechenbeispiel.	139
A.3 Die Methode der gequantelten Felder.	141

ANHANG B

Das Pseudopotential.	149
------------------------------	-----

ANHANG C

Die Sätze von Yang und Lee	
C.1 Zwei Hilfssätze.	153
C.2 Der Satz 1 von Yang und Lee.	157
C.3 Satz 2 von Yang und Lee.	159
<i>Sachregister.</i>	161