

# Inhaltsverzeichnis

<b>Teil I. Statistische Gesamtheiten und das thermische Gleichgewicht . . . . .</b>	<b>1</b>
1. Einleitung . . . . .	3
2. Statistische und thermodynamische Physik . . . . .	7
2.1 Statistische Gesamtheiten . . . . .	7
2.2 Kanonische Gesamtheiten, Entropie und Temperatur . . . . .	10
3. Grundbegriffe der Statistik . . . . .	15
3.1 Klassische Statistik . . . . .	15
3.2 Quantenstatistik . . . . .	18
4. Die Schwankungen makroskopischer additiver Größen . . . . .	23
5. Das thermische Gleichgewicht . . . . .	27
6. Statistische Gesamtheiten des Gleichgewichts . . . . .	31
6.1 Die mikrokanonische Gesamtheit . . . . .	32
6.2 Die kanonische Gesamtheit . . . . .	37
6.3 Die großkanonische Gesamtheit . . . . .	40
6.4 Systeme mit äußeren Kräften und die verallgemeinerte großkanonische Gesamtheit . . . . .	41
7. Die Maxwell-Boltzmann-Verteilung . . . . .	45
7.1 Barometrische Höhenformel . . . . .	45
7.2 Maxwell-Verteilung . . . . .	46
7.3 Druck und mittlere kinetische Energie . . . . .	47
8. Die kanonische Verteilung . . . . .	51
8.1 Klassische Statistik . . . . .	51
8.2 Quantenstatistik . . . . .	52
9. Thermodynamische Mittelwerte . . . . .	55
10. Entropie und Wahrscheinlichkeit . . . . .	61
10.1 Additivität . . . . .	62

10.2 Extremaleigenschaften . . . . .	63
10.3 Entropie und partielle Gleichgewichte . . . . .	66
11. Entropie und Information . . . . .	71
12. Mechanische Zustandsgrößen in der Thermodynamik . . . . .	75
13. Elektromagnetische Zustandsgrößen in der Thermodynamik . . . . .	79
14. Thermische Fluktuationen . . . . .	83
<b>Teil II. Gleichgewichtsthermodynamik . . . . .</b>	<b>89</b>
15. Hauptsätze der Thermodynamik . . . . .	91
15.1 Wärmemenge . . . . .	91
15.2 Temperatur . . . . .	92
15.3 Der I. Hauptsatz . . . . .	93
15.4 Der II. Hauptsatz . . . . .	97
16. Carnot-Prozesse und thermodynamische Temperaturskala . . . . .	103
17. Thermodynamische Relationen . . . . .	107
18. Homogene Systeme . . . . .	113
19. Gleichgewicht in inhomogenen Feldern . . . . .	119
20. Stoffaustauschgleichgewichte . . . . .	121
20.1 Phasengleichgewichte . . . . .	121
20.2 Der osmotische Druck . . . . .	123
20.3 Gleichgewichtsverschiebungen in Lösungen . . . . .	124
20.4 Chemische Gleichgewichte . . . . .	127
21. Umwandlungswärmen und Clausius-Clapeyron-Gleichung . . . . .	131
21.1 Latente Wärmen bei Phasenumwandlungen . . . . .	131
21.2 Chemische Reaktionswärmen . . . . .	132
<b>Teil III. Berechnung thermodynamischer Funktionen . . . . .</b>	<b>135</b>
22. Näherungsmethoden . . . . .	137
23. Die quasiklassische Näherung . . . . .	139
24. Gleichverteilungssatz und Virialsatz . . . . .	143

25. Quantenkorrekturen zur klassischen Statistik . . . . .	147
26. Störungstheorie . . . . .	151
27. Verdünnte Gase und Lösungen . . . . .	157
28. Einatomige klassische ideale Gase . . . . .	161
29. Zweiatomige ideale Gase . . . . .	165
30. Die Virialentwicklung . . . . , . . . .	169
31. Die van der Waals-Gleichung . . . . .	175
32. Thermodynamische Ähnlichkeit . . . . .	183
33. Molekularfeldnäherung für inhomogene Systeme . . . . .	187
33.1 Die freie Energie im inhomogenen Feld . . . . .	187
33.2 Heuristische Herleitung der Dichtefluktuationen im Rahmen der Molekularfeldnäherung . . . . .	189
33.3 Kompressibilität und langreichweite Dichteschwankungen . . . . .	191
34. Systeme mit geladenen Teilchen . . . . .	195
35. Dichteschwankungen und Lichtstreuung . . . . .	199
36. Spinsysteme . . . . .	203
37. Quasiteilchen . . . . .	209
37.1 Elementare Anregungen in kondensierter Materie . . . . .	209
37.2 Quasifermionen . . . . .	211
37.3 Quasibosonen . . . . .	214
37.4 Die spezifische Wärme bei tiefen Temperaturen . . . . .	215
38. Photonen im Strahlungshohlraum . . . . .	217
39. Phononen in festen Körpern . . . . .	223
40. Phononen und Rotonen im flüssigen He II . . . . .	231
41. Fermionen bei tiefen Temperaturen . . . . .	237
41.1 Normale Fermi-Flüssigkeiten . . . . .	237
41.2 Supraleiter . . . . .	242
42. Ferromagnetische Magnonen bei tiefen Temperaturen . . . . .	247
43. Phasenübergänge . . . . .	251
44. Feldtheorie kritischer Phänomene . . . . .	255

## X Inhaltsverzeichnis

44.1 Molekularfeldtheorie homogener Systeme . . . . .	255
44.2 Die freie Energie im kritischen Bereich . . . . .	257
44.3 Molekularfeldtheorie kritischer Phänomene . . . . .	258
44.4 Mehrkomponentige Felder . . . . .	261
45. Fluktuationen des Ordnungsparameterfeldes . . . . .	265
45.1 Fluktuationsbeiträge zur Suszeptibilität . . . . .	266
45.2 Fluktuationsbeiträge zur spezifischen Wärme . . . . .	268
46. Skaleninvarianz und kritische Exponenten . . . . .	273
47. Fluktuationsbeiträge zur freien Energie . . . . .	281
47.1 Die Terme erster Ordnung . . . . .	283
47.2 Die Terme zweiter Ordnung . . . . .	284
48. Berechnung kritischer Exponenten . . . . .	289
48.1 Der Exponent $\nu$ . . . . .	290
48.2 Der Exponent $\eta$ . . . . .	291
49. Die Renormierungsgruppe . . . . .	295
50. Renormierungsgruppen-Transformation im Impulsraum . . . . .	299
51. Renormierungsgruppen-Transformation im Ortsraum . . . . .	303
A. Erzeugung tiefer Temperaturen . . . . .	307
A.1 Adiabatische Entspannung . . . . .	307
A.2 Das Gegenstromprinzip . . . . .	309
A.3 Gedrosselte Entspannung (Joule-Thomson-Effekt) . . . . .	310
A.4 Adiabatische Entmagnetisierung . . . . .	311
A.5 $^3\text{He}/^4\text{He}$ -Mischung . . . . .	312
A.6 $^3\text{He}$ -Kompression (Pomerantschuk-Effekt) . . . . .	314
Sachverzeichnis . . . . .	317