

Wolfgang Nolting

Grundkurs Theoretische Physik 6

Statistische Physik

5. Auflage

Mit 107 Abbildungen
und 102 Aufgaben mit vollständigen Lösungen

 Springer

Inhaltsverzeichnis

1 Klassische Statistische Physik

1.1	Vorbereitungen	3
1.1.1	Formulierung des Problems	3
1.1.2	Einfaches Modellsystem	6
1.1.3	Aufgaben	13
1.2	Mikrokanonische Gesamtheit	14
1.2.1	Zustand, Phasenraum, Zeitmittel	14
1.2.2	Statistische Ensemble, Scharmittel	19
1.2.3	Liouville-Gleichung	21
1.2.4	Mikrokanonische Gesamtheit	25
1.2.5	Aufgaben	29
1.3	Anschluss an die Thermodynamik	31
1.3.1	Überlegungen zum thermischen Gleichgewicht	31
1.3.2	Entropie und Temperatur	38
1.3.3	Zweiter Hauptsatz	44
1.3.4	Chemisches Potential	47
1.3.5	Grundrelation der Thermodynamik	49
1.3.6	Gleichverteilungssatz	52
1.3.7	Ideales Gas	54
1.3.8	Aufgaben	60
1.4	Kanonische Gesamtheit	64
1.4.1	Zustandssumme	65
1.4.2	Freie Energie	70
1.4.3	Fluktuationen	73
1.4.4	Äquivalenz von mikrokanonischer und kanonischer Gesamtheit	74
1.4.5	Aufgaben	77
1.5	Großkanonische Gesamtheit	82
1.5.1	Großkanonische Zustandssumme	83
1.5.2	Anschluss an die Thermodynamik	86
1.5.3	Teilchenfluktuationen	91
1.5.4	Aufgaben	93
1.6	Kontrollfragen	95

2 Quantenstatistik

2.1	Grundlagen	101
2.1.1	Statistischer Operator (Dichtematrix)	101

2.1.2	Korrespondenzprinzip	106
2.1.3	Aufgaben.....	109
2.2	Mikrokanonische Gesamtheit.....	109
2.2.1	Phasenvolumen.....	110
2.2.2	Dritter Hauptsatz	112
2.2.3	Aufgaben.....	114
2.3	Kanonische Gesamtheit	116
2.3.1	Kanonische Zustandssumme.....	116
2.3.2	Sattelpunktmethode.....	119
2.3.3	Darwin-Fowler-Methode	122
2.3.4	Methode der lagrangeschen Multiplikatoren	129
2.3.5	Aufgaben.....	131
2.4	Großkanonische Gesamtheit.....	140
2.4.1	Großkanonische Zustandssumme	140
2.4.2	Aufgaben.....	146
2.5	Extremaleigenschaften thermodynamischer Potentiale ...	147
2.5.1	Entropie und Statistischer Operator	147
2.5.2	Boltzmannsche H -Funktion.....	149
2.5.3	Entropie.....	150
2.5.4	Freie Energie.....	151
2.5.5	Großkanonisches Potential	152
2.6	Näherungsmethoden.....	153
2.6.1	Thermodynamische Wechselwirkungsdarstellung	154
2.6.2	Störungstheorie zweiter Ordnung.....	156
2.6.3	Variationsverfahren	159
2.6.4	Aufgaben.....	162
2.7	Kontrollfragen	163
3	Quantengase	
3.1	Grundlagen	170
3.1.1	Identische Teilchen.....	170
3.1.2	Zustandssummen der idealen Quantengase	175
3.1.3	Aufgaben.....	179
3.2	Ideales Fermi-Gas	180
3.2.1	Zustandsgleichungen.....	181
3.2.2	Klassischer Grenzfall	184
3.2.3	Zustandsdichte, Fermi-Funktion.....	185
3.2.4	Sommerfeld-Entwicklung	190
3.2.5	Thermodynamische Eigenschaften	193

3.2.6	Spinparamagnetismus.....	198
3.2.7	Landau-Niveaus	202
3.2.8	Großkanonisches Potential freier Elektronen im Magnetfeld	208
3.2.9	Landau-Diamagnetismus	215
3.2.10	De Haas-van Alphen-Effekt	217
3.2.11	Aufgaben	220
3.3	Ideales Bose-Gas.....	228
3.3.1	Zustandsgleichungen	228
3.3.2	Klassischer Grenzfall	232
3.3.3	Bose-Einstein-Kondensation	234
3.3.4	Isothermen des idealen Bose-Gases	239
3.3.5	Thermodynamische Potentiale	241
3.3.6	Photonen	245
3.3.7	Phononen	251
3.3.8	Aufgaben	263
3.4	Kontrollfragen	269
4	Phasenübergänge	
4.1	Begriffe.....	278
4.1.1	Phasen	279
4.1.2	Phasenübergang erster Ordnung	280
4.1.3	Phasenübergang zweiter Ordnung	284
4.1.4	Ordnungsparameter	287
4.1.5	Kritische Fluktuationen.....	290
4.2	Kritische Phänomene	293
4.2.1	Kritische Exponenten.....	293
4.2.2	Skalengesetze	299
4.2.3	Korrelationsfunktion	307
4.3	Klassische Theorien	311
4.3.1	Landau-Theorie	311
4.3.2	Räumliche Fluktuationen.....	314
4.3.3	Kritische Exponenten.....	318
4.3.4	Gültigkeitsbereich der Landau-Theorie	321
4.3.5	Modell eines Paramagneten	322
4.3.6	Molekularfeldnäherung des Heisenberg-Modells.....	326
4.3.7	Van der Waals-Gas	332
4.3.8	Paarkorrelation und Strukturfaktor	335
4.3.9	Ornstein-Zernike-Theorie	338

4.4	Ising-Modell	341
4.4.1	Das eindimensionale Ising-Modell ($B_0 = 0$)	343
4.4.2	Transfer-Matrix-Methode.....	346
4.4.3	Thermodynamik des $d = 1$ -Ising-Modells	348
4.4.4	Zustandssumme des zweidimensionalen Ising-Modells	350
4.4.5	Der Phasenübergang	360
4.5	Thermodynamischer Limes	364
4.5.1	Problematik	364
4.5.2	„Katastrophische“ Potentiale	366
4.5.3	„Stabile“ Potentiale	369
4.5.4	Kanonische Gesamtheit	370
4.5.5	Großkanonische Gesamtheit	373
4.6	Mikroskopische Theorie des Phasenübergangs	375
4.6.1	Endliche Systeme.....	375
4.6.2	Die Sätze von Yang und Lee	380
4.6.3	Mathematisches Modell eines Phasenübergangs	382
4.7	Kontrollfragen	387
	Lösungen der Übungsaufgaben	391
	Sachverzeichnis	525