

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