

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	65
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 Lagrange'schen 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	Boltzmann'sche 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	164
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	181
3.2.1	Zustandsgleichungen	182
3.2.2	Klassischer Grenzfall	185
3.2.3	Zustandsdichte, Fermi-Funktion	186
3.2.4	Sommerfeld-Entwicklung	191
3.2.5	Thermodynamische Eigenschaften	194

3.2.6	Spinparamagnetismus.....	199
3.2.7	Landau-Niveaus.....	203
3.2.8	Großkanonisches Potential freier Elektronen im Magnetfeld	209
3.2.9	Landau-Diamagnetismus	216
3.2.10	De Haas-van Alphen-Effekt.....	218
3.2.11	Aufgaben.....	221
3.3	Ideales Bose-Gas.....	229
3.3.1	Zustandsgleichungen.....	229
3.3.2	Klassischer Grenzfall	233
3.3.3	Bose-Einstein-Kondensation.....	235
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
4.1.6	Aufgaben.....	293
4.2	Kritische Phänomene	297
4.2.1	Kritische Exponenten.....	297
4.2.2	Skalengesetze.....	303
4.2.3	Korrelationsfunktion.....	310
4.2.4	Aufgaben.....	314
4.3	Klassische Theorien	316
4.3.1	Landau-Theorie	316
4.3.2	Räumliche Fluktuationen.....	319
4.3.3	Kritische Exponenten.....	322
4.3.4	Gültigkeitsbereich der Landau-Theorie	325
4.3.5	Modell eines Paramagneten.....	327
4.3.6	Molekularfeldnäherung des Heisenberg-Modells.....	330
4.3.7	Van der Waals-Gas	337

4.3.8	Paarkorrelation und Strukturfaktor	339
4.3.9	Ornstein-Zernike-Theorie	342
4.3.10	Aufgaben	346
4.4	Ising-Modell	350
4.4.1	Das eindimensionale Ising-Modell ($B_0 = 0$)	352
4.4.2	Transfer-Matrix-Methode	355
4.4.3	Thermodynamik des $d = 1$ -Ising-Modells	357
4.4.4	Zustandssumme des zweidimensionalen Ising-Modells	359
4.4.5	Der Phasenübergang	369
4.5	Thermodynamischer Limes	373
4.5.1	Problematik	373
4.5.2	„Katastrophische“ Potentiale	375
4.5.3	„Stabile“ Potentiale	378
4.5.4	Kanonische Gesamtheit	379
4.5.5	Großkanonische Gesamtheit	382
4.6	Mikroskopische Theorie des Phasenübergangs	384
4.6.1	Endliche Systeme	384
4.6.2	Die Sätze von Yang und Lee	389
4.6.3	Mathematisches Modell eines Phasenübergangs	391
4.7	Kontrollfragen	396
	Lösungen der Übungsaufgaben	401
	Sachverzeichnis	583