

Inhaltsverzeichnis

Teil I Statistik und Thermodynamik für Gleichgewichtssysteme

1	Statistische Gesamtheiten	3
1.1	Klassische Ensemblemittelung	4
1.2	Quantenstatistische Ensemblemittelung	8
1.3	Aufgaben	11
2	Mikrokanonische Gesamtheit	13
2.1	Quantenstatistik	15
2.2	Klassische Statistik	17
2.3	Beispiel: Zweiniveausystem	19
2.4	Aufgaben	22
3	Kanonische Gesamtheit	23
3.1	System im Wärmebad	23
3.2	Aufgaben	26
4	Großkanonische Gesamtheit	29
4.1	Quantenstatistische Verteilung	29
4.2	Klassische Verteilung	31
4.3	Beispiele: Klassische Verteilungen	33
4.4	Aufgaben	35
5	Verbindung mit der Thermodynamik, Entropie ..	37
5.1	Extremaleigenschaften der Entropie	42
5.2	Zwei Systeme im Gleichgewicht	46
5.3	Entropie und Information	48
5.4	Andere Darstellungen der mikrokanonischen und kanonischen Verteilungen	49

5.5 Aufgaben	50
6 Thermodynamische Relationen	51
6.1 Beispiele für äußere Felder	51
6.2 Relationen zwischen zweiten Ableitungen	55
6.3 Homogene Systeme	60
6.4 Homogene Systeme mit mehreren Teilchenarten	62
6.5 Aufgaben	63
7 Ideales klassisches Gas	67
7.1 Berechnung der thermodynamischen Eigenschaften	67
7.2 Aufgaben	73
8 Ideale Quantengase	75
8.1 Berechnung des großkanonischen Potentials	76
8.2 Berechnung der d-dimensionalen Impulssummen	79
8.3 Berechnung des chemischen Potentials	82
8.4 Berechnung der Fermi-Energie	87
8.5 Bose-Einstein-Kondensation	88
8.6 Zustandsgleichung von Quantengasen	90
8.7 Aufgaben	92
9 Quasiklassische Näherung für wechselwirkende Systeme	95
9.1 Klassische Näherung für wechselwirkende Systeme	95
9.2 Entwicklung nach Potenzen der Planck-Konstanten	97
9.3 Quasiklassische Korrektur der Boltzmann-Statistik	100
9.4 Aufgaben	102
10 Virialentwicklung erster Ordnung	103
10.1 Einkomponentige verdünnte Systeme	103
10.2 Zweikomponentige Systeme	104
10.3 Aufgaben	110
11 Virialentwicklung zweiter Ordnung	113
11.1 Berechnung des zweiten Virialkoeffizienten	113
11.2 Quantenkorrekturen zum zweiten Virialkoeffizienten	115
11.3 Aufgaben	118

12 Van-der-Waals-Gleichung	119
12.1 Interpolationsformeln	119
12.2 Thermodynamische Funktionen eines Van-der- Waals-Gases	121
12.3 Kritische Werte von Temperatur, Volumen und Druck	122
12.4 Gas-Flüssigkeits-Phasenübergang	124
12.5 Maxwell-Konstruktion im Koexistenzbereich	126
12.6 Aufgaben	128
13 Ginzburg-Landau-Potenzial	129
13.1 Phasenübergänge erster und zweiter Ordnung	129
13.2 Aufgaben	134
14 Störungstheorie	137
14.1 Wechselwirkungsdarstellung des Exponentialoperators	137
14.2 Störungstheorie zweiter Ordnung	138
14.3 Beispiel: Äußeres Feld	140
14.4 Aufgaben	143
15 Thermodynamisches Variationsverfahren	145
15.1 Bogoljubov-Variationsverfahren	145
15.2 Beispiele: Heisenberg-Ferromagnet; wechselwirkende Fermionen	147
15.3 Aufgaben	152

**Teil II Statistik und Kinetik
für Nichtgleichgewichtssysteme**

16 Master-Gleichung	157
16.1 Master-Gleichung für abgeschlossene Systeme	157
16.2 Master-Gleichung für System in Kontakt mit einem Bad	160
16.3 Eta-Theorem	161
16.3.1 Abgeschlossene Systeme	161
16.3.2 Systeme in Kontakt mit einem Bad	162
16.4 Lösungen der Master-Gleichung	164

16.5 Aufgaben	167
17 Kinetische Gleichung ohne Stöße	169
17.1 Reduzierte Einteilchendichtematrix, Wigner- Verteilung	169
17.2 Kinetische Gleichung	172
17.3 Aufgaben	174
18 Lineare Reaktion eines idealen Gases	175
18.1 Kleine Abweichungen vom Gleichgewicht	175
18.2 Aufgaben	179
19 Lineare Reaktion einer Fermi-Flüssigkeit	181
19.1 Dichte-Dichte-Korrelation und dielektrische Funktion	181
19.2 Auswertung der Suszeptibilität für $T = 0K$	182
19.3 Kollektive longitudinale Schwingungen	184
19.3.1 Plasmaschwingungen im Jellium-Modell	184
19.3.2 Plasmonen in einem Elektron-Loch-Plasma	186
19.3.3 Nullter Schall in Helium 3	187
19.4 Aufgaben	188
20 Boltzmann-Gleichung	191
20.1 Heuristische Ableitung	191
20.2 Annäherung ans Gleichgewicht, Eta-Theorem	196
20.3 Aufgaben	201
21 Linearisierte Boltzmann-Gleichung	203
21.1 Kleine Abweichungen von der Gleichgewichtsverteilung	203
21.2 Eigenschaften des Stoßoperators	205
21.3 Aufgaben	208
22 Entwicklung nach Eigenfunktionen des Stoßoperators	211
22.1 Boltzmann-Kinetik eines 2d-Elektronengases	211
22.2 Aufgaben	223

23 Fokker-Planck-Gleichung	225
23.1 Entwicklung nach kleinem Impulsübertrag	225
23.2 Stationäre Lösung	228
23.3 Verallgemeinerte Ginzburg-Landau-Potenziale	230
23.3.1 Thermische Verteilung	230
23.3.2 Lasermodell	230
23.3.3 Nichtgleichgewichtsphasenübergang erster Ordnung	231
23.4 Eigenfunktionen	232
23.5 Aufgaben	236
24 Nukleationstheorie	237
24.1 Kramers-Moyal-Entwicklung	237
24.2 Elektron-Loch-Tröpfchen-Nukleation in Halbleitern ..	238
24.3 Stationäre Lösung	240
24.4 Aufgaben	242
25 Transportgleichungen	243
25.1 Erhaltungsgrößen und ihre Bewegungsgleichungen ..	243
25.2 Aufgaben	249
26 Reversible Hydrodynamik	251
26.1 Allgemeine Formulierung	251
26.2 Klassisches ideales Gas	254
26.3 Aufgaben	256
27 Hydrodynamik und Dissipation	257
27.1 Phänomenologische Theorie der dissipativen Terme ..	257
27.2 Aufgaben	261
28 Dissipative Koeffizienten	263
28.1 Berechnung aus dem Boltzmann-Stoßterm	263
28.2 Aufgaben	269
29 Chapman-Enskog-Verfahren	271
29.1 Chapman-Enskog-Entwicklung	273
29.2 Dissipative Koeffizienten	275
29.3 Variationsprinzip	276
29.4 Aufgaben	279

A Erzeugungs- und Vernichtungsoperatoren für Fermionen	281
A.1 Symmetrie des Vielteilchenzustands	281
A.2 Fock-Raum	286
A.3 Beispiele: Verschiedene Hamilton-Operatoren	292
A.3.1 Ortsraumdarstellung des Hamilton-Operators eines Elektronensystems	292
A.3.2 Impulsraumdarstellung des Hamilton-Operators eines Elektronensystems	294
L Lösungen	297
Sachverzeichnis	371