

Wolfgang Nolting

Grundkurs Theoretische Physik 7

Viel-Teilchen-Theorie

6., aktualisierte Auflage

Mit 162 Abbildungen
und 110 Aufgaben mit vollständigen Lösungen

 Springer

Inhaltsverzeichnis

1	Die Zweite Quantisierung	
1.1	Identische Teilchen	4
1.2	„Kontinuierliche“ Fock-Darstellung	9
1.3	„Diskrete“ Fock-Darstellung	21
1.4	Aufgaben	28
1.5	Kontrollfragen	34
2	Viel-Teilchen-Modellsysteme	
2.1	Kristallelektronen	40
2.1.1	Nicht wechselwirkende Bloch-Elektronen	40
2.1.2	Jellium-Modell	46
2.1.3	Hubbard-Modell	56
2.1.4	Aufgaben	60
2.2	Gitterschwingungen	65
2.2.1	Harmonische Näherung	65
2.2.2	Phononengas	69
2.2.3	Aufgaben	75
2.3	Elektron-Phonon-Wechselwirkung	77
2.3.1	Hamilton-Operator	77
2.3.2	Effektive Elektron-Elektron-Wechselwirkung	81
2.3.3	Aufgaben	84
2.4	Spinwellen	88
2.4.1	Klassifikation der magnetischen Festkörper	89
2.4.2	Modellvorstellungen	91
2.4.3	Magnonen	94
2.4.4	Spinwellennäherung	99
2.4.5	Aufgaben	100
2.5	Kontrollfragen	104
3	Green-Funktionen	
3.1	Vorbereitungen	109
3.1.1	Bilder	109
3.1.2	Linear-Response-Theorie	115
3.1.3	Magnetische Suszeptibilität	119
3.1.4	Elektrische Leitfähigkeit	121
3.1.5	Dielektrizitätsfunktion	123
3.1.6	Aufgaben	125

3.2	Zweizeitige Green-Funktionen	128
3.2.1	Bewegungsgleichungen	128
3.2.2	Spektraldarstellungen	132
3.2.3	Spektraltheorem	136
3.2.4	Exakte Relationen	138
3.2.5	Kramers-Kronig-Relationen	141
3.2.6	Aufgaben	143
3.3	Erste Anwendungen	146
3.3.1	Nicht wechselwirkende Bloch-Elektronen	146
3.3.2	Freie Spinwellen	151
3.3.3	Das Zwei-Spin-Problem	153
3.3.4	Aufgaben	164
3.4	Das Quasiteilchenkonzept	166
3.4.1	Ein-Elektronen-Green-Funktion	167
3.4.2	Elektronische Selbstenergie	169
3.4.3	Quasiteilchen	174
3.4.4	Quasiteilchenzustandsdichte	179
3.4.5	Innere Energie	181
3.4.6	Aufgaben	183
3.5	Kontrollfragen	185
4	Wechselwirkende Teilchensysteme	
4.1	Festkörperelektronen	191
4.1.1	Der Grenzfall des unendlich schmalen Bandes	191
4.1.2	Hartree-Fock-Näherung	194
4.1.3	Elektronenkorrelationen	199
4.1.4	Interpolationsmethode	203
4.1.5	Momentenmethode	204
4.1.6	Das exakt halbgefüllte Band	213
4.1.7	Aufgaben	217
4.2	Kollektive elektronische Anregungen	221
4.2.1	Ladungsabschirmung (Thomas-Fermi-Näherung)	222
4.2.2	Ladungsdichtewellen, Plasmonen	226
4.2.3	Spindichtewellen, Magnonen	235
4.2.4	Aufgaben	238
4.3	Elementaranregungen in ungeordneten Legierungen	241
4.3.1	Problemstellung	241
4.3.2	Methode des effektiven Mediums	245
4.3.3	Coherent Potential Approximation	247

4.3.4	Diagrammatische Methoden	251
4.3.5	Anwendungen	261
4.4	Spinsysteme	262
4.4.1	Tyablikow-Näherung	262
4.4.2	„Renormierte“ Spinwellen	269
4.4.3	Aufgaben	274
4.5	Elektron-Magnon-Wechselwirkung	275
4.5.1	Magnetische $4f$ -Systeme (s - f -Modell)	276
4.5.2	Das unendlich schmale Band	278
4.5.3	Legierungsanalogie	284
4.5.4	Das magnetische Polaron	286
4.5.5	Aufgaben	294
4.6	Kontrollfragen	296
5	Störungstheorie ($T = 0$)	
5.1	Kausale Green-Funktion	303
5.1.1	„Konventionelle“ zeitunabhängige Störungstheorie ...	303
5.1.2	„Adiabatisches Einschalten“ der Wechselwirkung	307
5.1.3	Kausale Green-Funktion	313
5.1.4	Aufgaben	316
5.2	Das Wick'sche Theorem	318
5.2.1	Das Normalprodukt	318
5.2.2	Der Wick'sche Satz	321
5.2.3	Aufgaben	327
5.3	Feynman-Diagramme	327
5.3.1	Störungsentwicklung für die Vakuumamplitude	328
5.3.2	Linked-Cluster-Theorem	337
5.3.3	Hauptsatz von den zusammenhängenden Diagrammen	341
5.3.4	Aufgaben	344
5.4	Ein-Teilchen-Green-Funktion	345
5.4.1	Diagrammatische Störreihe	345
5.4.2	Dyson-Gleichung	351
5.4.3	Aufgaben	354
5.5	Grundzustandsenergie des Elektronengases (Jellium-Modell)	355
5.5.1	Störungstheorie erster Ordnung	355
5.5.2	Störungstheorie zweiter Ordnung	358
5.5.3	Korrelationsenergie	363

5.6	Diagrammatische Partialsummen	374
5.6.1	Polarisationspropagator	374
5.6.2	Effektive Wechselwirkung.....	380
5.6.3	Vertexfunktion	385
5.6.4	Aufgaben	388
5.7	Kontrollfragen	390
6	Störungstheorie bei endlichen Temperaturen	
6.1	Matsubara-Methode	395
6.1.1	Matsubara-Funktionen	395
6.1.2	Großkanonische Zustandssumme	401
6.1.3	Ein-Teilchen-Matsubara-Funktion	403
6.2	Diagrammatische Störungstheorie	407
6.2.1	Das Wick'sche Theorem	407
6.2.2	Diagrammanalyse der großkanonischen Zustandssumme	411
6.2.3	Ringdiagramme	418
6.2.4	Ein-Teilchen-Matsubara-Funktion	421
6.3	Kontrollfragen	426
	Lösungen der Übungsaufgaben	429
	Sachverzeichnis	571