
Inhaltsverzeichnis

1	Die Zweite Quantisierung	1
1.1	Identische Teilchen	3
1.2	„Kontinuierliche“ Fock-Darstellung	9
1.3	„Diskrete“ Fock-Darstellung	21
1.4	Aufgaben	28
	Kontrollfragen	33
2	Viel-Teilchen-Modellsysteme	35
2.1	Kristallelektronen	37
2.1.1	Nicht wechselwirkende Bloch-Elektronen	37
2.1.2	Jellium-Modell	42
2.1.3	Hubbard-Modell	53
2.1.4	Aufgaben	57
2.2	Gitterschwingungen	62
2.2.1	Harmonische Näherung	62
2.2.2	Phononengas	66
2.2.3	Aufgaben	72
2.3	Elektron-Phonon-Wechselwirkung	74
2.3.1	Hamilton-Operator	74
2.3.2	Effektive Elektron-Elektron-Wechselwirkung	78
2.3.3	Aufgaben	82

- 2.4 Spinwellen 85
 - 2.4.1 Klassifikation der magnetischen Festkörper 85
 - 2.4.2 Modellvorstellungen 88
 - 2.4.3 Magnonen 91
 - 2.4.4 Spinwellennäherung 96
 - 2.4.5 Aufgaben 97
- Kontrollfragen 100
- 3 Green-Funktionen 105
 - 3.1 Vorbereitungen 107
 - 3.1.1 Bilder 107
 - 3.1.2 Linear-Response-Theorie 113
 - 3.1.3 Magnetische Suszeptibilität 117
 - 3.1.4 Elektrische Leitfähigkeit 119
 - 3.1.5 Dielektrizitätsfunktion 121
 - 3.1.6 Spektroskopien, Spektraldichte 124
 - 3.1.7 Aufgaben 129
 - 3.2 Zweizeitige Green-Funktionen 131
 - 3.2.1 Bewegungsgleichungen 131
 - 3.2.2 Spektraldarstellungen 136
 - 3.2.3 Spektraltheorem 140
 - 3.2.4 Exakte Relationen 143
 - 3.2.5 Kramers-Kronig-Relationen 146
 - 3.2.6 Aufgaben 148
 - 3.3 Erste Anwendungen 151
 - 3.3.1 Nicht wechselwirkende Bloch-Elektronen 151
 - 3.3.2 Freie Spinwellen 157
 - 3.3.3 Das Zwei-Spin-Problem 159
 - 3.3.4 Aufgaben 170

- 3.4 Das Quasiteilchenkonzept 173
 - 3.4.1 Ein-Elektronen-Green-Funktion 174
 - 3.4.2 Elektronische Selbstenergie 176
 - 3.4.3 Quasiteilchen 181
 - 3.4.4 Quasiteilchenzustandsdichte 185
 - 3.4.5 Innere Energie 188
 - 3.4.6 Aufgaben 190
- Kontrollfragen 191
- 4 Wechselwirkende Teilchensysteme 195
 - 4.1 Festkörperelektronen 197
 - 4.1.1 Der Grenzfall des unendlich schmalen Bandes 197
 - 4.1.2 Hartree-Fock-Näherung 200
 - 4.1.3 Elektronenkorrelationen 205
 - 4.1.4 Interpolationsmethode 209
 - 4.1.5 Momentenmethode 210
 - 4.1.6 Das exakt halbgefüllte Band 219
 - 4.1.7 Aufgaben 223
 - 4.2 Kollektive elektronische Anregungen 227
 - 4.2.1 Ladungsabschirmung (Thomas-Fermi-Näherung) 227
 - 4.2.2 Ladungsdichtewellen, Plasmonen 232
 - 4.2.3 Spindichtewellen, Magnonen 240
 - 4.2.4 Aufgaben 243
 - 4.3 Elementaranregungen in ungeordneten Legierungen 247
 - 4.3.1 Problemstellung 247
 - 4.3.2 Methode des effektiven Mediums 250
 - 4.3.3 Coherent Potential Approximation 252
 - 4.3.4 Diagrammatische Methoden 256
 - 4.3.5 Anwendungen 266

4.4	Spinsysteme	267
4.4.1	Tyablikow-Näherung	267
4.4.2	„Renormierte“ Spinwellen	274
4.4.3	Aufgaben	279
4.5	Elektron-Magnon-Wechselwirkung	280
4.5.1	Magnetische $4f$ -Systeme (s - f -Modell)	281
4.5.2	Das unendlich schmale Band	283
4.5.3	Legierungsanalogie	288
4.5.4	Das magnetische Polaron	289
4.5.5	Aufgaben	299
	Kontrollfragen	300
5	Störungstheorie ($T = 0$)	305
5.1	Kausale Green-Funktion	307
5.1.1	„Konventionelle“ zeitunabhängige Störungstheorie	307
5.1.2	„Adiabatisches Einschalten“ der Wechselwirkung	311
5.1.3	Kausale Green-Funktion	317
5.1.4	Aufgaben	320
5.2	Das Wick'sche Theorem	322
5.2.1	Das Normalprodukt	322
5.2.2	Der Wick'sche Satz	325
5.2.3	Aufgaben	331
5.3	Feynman-Diagramme	331
5.3.1	Störungsentwicklung für die Vakuumamplitude	332
5.3.2	Linked-Cluster-Theorem	341
5.3.3	Hauptsatz von den zusammenhängenden Diagrammen	346
5.3.4	Aufgaben	348
5.4	Ein-Teilchen-Green-Funktion	349
5.4.1	Diagrammatische Störreihe	349

5.4.2	Dyson-Gleichung	356
5.4.3	Aufgaben	360
5.5	Grundzustandsenergie des Elektronengases (Jellium-Modell)	361
5.5.1	Störungstheorie erster Ordnung	361
5.5.2	Störungstheorie zweiter Ordnung	364
5.5.3	Korrelationsenergie	369
5.6	Diagrammatische Partialsummen	380
5.6.1	Polarisationspropagator	380
5.6.2	Effektive Wechselwirkung	387
5.6.3	Vertexfunktion	392
5.6.4	Aufgaben	395
	Kontrollfragen	396
6	Störungstheorie bei endlichen Temperaturen	401
6.1	Matsubara-Methode	403
6.1.1	Matsubara-Funktionen	403
6.1.2	Großkanonische Zustandssumme	409
6.1.3	Ein-Teilchen-Matsubara-Funktion	412
6.1.4	Aufgaben	416
6.2	Diagrammatische Störungstheorie	417
6.2.1	Das Wick'sche Theorem	417
6.2.2	Diagrammanalyse der großkanonischen Zustandssumme	421
6.2.3	Ringdiagramme	428
6.2.4	Ein-Teilchen-Matsubara-Funktion	431
6.2.5	Dyson-Gleichung, Skelett-Diagramme	436
6.2.6	Hartree-Fock-Näherung	440
6.2.7	„Störungstheorie“ zweiter Ordnung	442
6.2.8	Hubbard-Modell	445
6.2.9	Jellium-Modell	446

- 6.2.10 Imaginärteil der Selbstenergie im Niederenergiebereich 448
- 6.2.11 Quasiteilchen, Fermi-Flüssigkeit 451
- 6.2.12 Aufgaben 458
- 6.3 Mehr-Teilchen-Matsubara-Funktionen 461
 - 6.3.1 Dichtekorrelation 461
 - 6.3.2 Polarisationspropagator 468
 - 6.3.3 Effektive Wechselwirkung 472
 - 6.3.4 Vertexfunktion 476
 - 6.3.5 Transversale Spinsuszeptibilität 480
 - 6.3.6 Aufgaben 483
- Kontrollfragen 484
- Lösungen der Übungsaufgaben 487**
- Sachverzeichnis 665**

Grundkurs Theoretische Physik 7

Viel-Teilchen-Theorie

Nolting, W.

2015, XVI, 675 S. 210 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-642-25807-7