

Quantenfeldtheorie des Festkörpers

Von Dr. rer. nat. H. Haken
o. Professor an der Universität Stuttgart
Honorarprofessor an der Universität Hohenheim
Professeur Associé à l'Université Louis Pasteur à Strasbourg

1973. Mit 61 Figuren, 87 Aufgaben
und zahlreichen Beispielen



B. G. Teubner Stuttgart

Inhalt

I. Einleitung

- § 1 Einführung und Übersicht 11
- 2 Einige Grundbegriffe der klassischen Mechanik 16

II. Harmonische Oszillatoren

- § 3 Der quantenmechanische Oszillator: Erzeugungs- und Vernichtungsoperatoren 21
- 4 Die Berechnung von Erwartungswerten 30
- 5 Vom Umgang mit Bose-Operatoren: Wir lernen einige Tricks 36
- 6 Der verschobene harmonische Oszillator: Vorbild für elementare Anregungen im Festkörper 44

III. Feldquantisierung

- § 7 Die lineare Atomkette: klassische Behandlung 52
- 8 Die lineare Atomkette: quantentheoretische Behandlung. Phononen 59
- 9 Übergang zum Kontinuum: klassisch 63
- 10 Übergang zum Kontinuum: quantentheoretisch. Phononen 72
- 11 Dreidimensionale Probleme: Quantisierung der skalaren Wellengleichung und des elektromagnetischen Feldes. Photonen 78
- 12 Quantisierung des Schrödingerschen Wellenfeldes der Bose-Statistik (2. Quantelung). Bosonen 88
- 13 Quantisierung des Schrödingerschen Wellenfeldes der Fermi-Dirac-Statistik. Fermionen 96
- 14 Vom Umgang mit Fermi-Operatoren 104
- 15 Die Wechselwirkung zwischen Feldern: seiltanzende Elektronen 113
- 16 Methodische Kunstbegriffe: das Wechselwirkungsbild und das Heisenbergbild 120

IV. Elektronen im starren Gitter

- § 17 Elektronen im Kristallgitter: ein kurzer Abriß der Blochschen Theorie 128
- 18 Die Methode der scheinbaren Masse 133
- 19 Wannierfunktionen: Wellenpakete aus Blochfunktionen 137
- 20 Elektronen im Kristallgitter: Formulierung des Mehrkörperproblems. Der Hartree-Fock-Ansatz 138
- 21 Defektelektronen 147
- 22 Die Wechselwirkung zwischen Elektronen und Defektelektronen 153

23 Exzitonen mit großem Bahnradius (Wannier-Exzitonen)	161
24 Frenkel-Exzitonen	166
25 Elektronische Polarisationswellen	174
26 Exzitonenmaterie	181
27 Plasmonen	183
28 Spinwellen: Magnonen	190

V. Elektronen in Wechselwirkung mit Gitterschwingungen

§ 29 Fröhlichs Hamiltonoperator für die Wechselwirkung zwischen Elektronen und Phononen	201
30 Zeitabhängige Störungstheorie 1. Ordnung. Spontane und induzierte Emission sowie Absorption von Phononen. Darstellung durch Feynman-Graphen	207
31 Der Elektrische Widerstand	217
32 Zeitabhängige Störungstheorie 2. Ordnung: Selbstenergie, Massenrenormierung	225
33 Störungstheorie höherer Ordnung	231
34 Theorem über die exakte Form der Lösung	234
35 Das Fröhlich-Polaron. Selbstenergie und renormierte Masse	237
36 Die effektive Wechselwirkung zwischen Polaronen	241

VI. Greensche Funktionen

§ 37 Störungstheorie im Ortsraum. Beispiel für das Auftreten Greenscher Funktionen	246
38 Ausbreitungsfunktion, Propagator, Greensche Funktion: immer das Gleiche	252
39 Beispiele von Gleichungen für Greensche Funktionen und deren Lösung	257

VII. Supraleitung

§ 40 Einige grundlegende experimentelle Tatsachen der Supraleitung	270
41 Theorie der Supraleitung: Herleitung der Fröhlich-Wechselwirkung zwischen den Elektronen	275
42 Der Grundzustand des Supraleiters nach der Bardeen-Cooper- Schrieffer-Theorie	281
43 Angeregte Zustände des Supraleiters	289

VIII. Elektronen in Wechselwirkung mit dem quantisierten Lichtfeld

§ 44 Die Wechselwirkung zwischen Licht und Materie: Der Hamiltonoperator	293
45 Polaritonen	298

Weiterführende Literatur	305
---	-----

Sachverzeichnis	308
----------------------------------	-----