

# 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<br>Elektronen und Phononen . . . . .   | 201 |
| 30   | Zeitabhängige Störungstheorie 1. Ordnung. Spontane und induzierte<br>Emission sowie Absorption von Phononen. Darstellung durch<br>Feynman-Graphen . . . . . | 207 |
| 31   | Der Elektrische Widerstand . . . . .  | 217 |
| 32   | Zeitabhängige Störungstheorie 2. Ordnung: Selbstenergie,<br>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<br>Greenscher Funktionen . . . . . | 246 |
| 38   | Ausbreitungsfunktion, Propagator, Greensche Funktion:<br>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<br>zwischen den Elektronen . . . . . | 275 |
| 42   | Der Grundzustand des Supraleiters nach der Bardeen-Cooper-<br>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 |
|---------------------------|-----|