

Harald Ibach Hans Lüth

Festkörperphysik

Einführung in die Grundlagen

Siebte Auflage
mit 277 Abbildungen, 18 Tafeln und 104 Übungen

 Springer

Inhaltsverzeichnis

| | | | |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------|-----------|-----|
| 1. | Die chemische Bindung in Festkörpern | | 1 |
| 1.1 | Das Periodensystem | | 1 |
| 1.2 | Kovalente Bindung | | 4 |
| 1.3 | Die Ionenbindung | | 9 |
| 1.4 | Metallische Bindung | | 13 |
| 1.5 | Die Wasserstoffbrückenbindung | | 14 |
| 1.6 | Die Van der Waals-Bindung | | 15 |
| | Übungen | | 17 |
| 2. | Die Struktur von Festkörpern | | 21 |
| 2.1 | Translationsgitter | | 22 |
| 2.2 | Punktsymmetrien | | 25 |
| 2.3 | Die 32 Kristallklassen (Punktgruppen) | | 27 |
| 2.4 | Die Bedeutung der Symmetrie | | 28 |
| 2.5 | Einfache Kristallstrukturen | | 31 |
| 2.6 | Phasendiagramme von Legierungen | | 36 |
| 2.7 | Defekte in Festkörpern | | 46 |
| | Übungen | | 49 |
| 3. | Die Beugung an periodischen Strukturen | | 51 |
| 3.1 | Die allgemeine Beugungstheorie | | 51 |
| 3.2 | Periodische Strukturen und reziprokes Gitter | | 57 |
| 3.3 | Die Streubedingung bei periodischen Strukturen | | 58 |
| 3.4 | Die Braggsche Deutung der Beugungsbedingung | | 60 |
| 3.5 | Die Brillouinschen Zonen | | 63 |
| 3.6 | Der Strukturfaktor | | 64 |
| 3.7 | Methoden der Strukturanalyse | | 67 |
| | Übungen | | 70 |
| | Tafel I: Beugungsexperimente mit verschiedenen Teilchen | ... | 72 |
| | Tafel II: Röntgeninterferometer und Röntgentopographie | ... | 77 |
| 4. | Dynamik von Atomen in Kristallen | | 81 |
| 4.1 | Das Potential | | 82 |
| 4.2 | Die Bewegungsgleichungen | | 83 |
| 4.3 | Die lineare zweiatomige Kette | | 85 |
| 4.4 | Streuung an zeitlich veränderlichen Strukturen - Phononenspektroskopie | | 89 |
| 4.5 | Elastisches Verhalten von Kristallen | | 92 |
| | Übungen | | 103 |
| | Tafel III: Raman-Spektroskopie | ... | 105 |

| | | |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5. | Thermische Eigenschaften | 111 |
| 5.1 | Die Zustandsdichte | 112 |
| 5.2 | Thermische Energie eines harmonischen Oszillators | 115 |
| 5.3 | Spezifische Wärme | 116 |
| 5.4 | Anharmonische Effekte | 119 |
| 5.5 | Thermische Ausdehnung | 120 |
| 5.6 | Wärmeleitung durch Phononen | 123 |
| | Übungen | 129 |
| | Tafel IV: Experimente bei tiefen Temperaturen | 130 |
| 6. | „Freie“ Elektronen im Festkörper | 135 |
| 6.1 | Das freie Elektronengas im Potentialkasten | 136 |
| 6.2 | Das Fermi-Gas bei $T=0$ K | 140 |
| 6.3 | Fermi-Statistik | 142 |
| 6.4 | Spezifische Wärme der Metallelektronen | 145 |
| 6.5 | Elektrostatische Abschirmung in einem Fermi-Gas - Mott-Übergang | 149 |
| 6.6 | Glühemission aus Metallen | 152 |
| | Übungen | 156 |
| 7. | Elektronische Bänder in Festkörpern | 159 |
| 7.1 | Allgemeine Symmetrieeigenschaften | 160 |
| 7.2 | Näherung des quasifreien Elektrons | 163 |
| 7.3 | Näherung vom „stark gebundenen“ Elektron her | 168 |
| 7.4 | Beispiele von Bandstrukturen | 173 |
| 7.5 | Zustandsdichten | 177 |
| 7.6 | Zustandsdichte nichtkristalliner Festkörper | 179 |
| | Übungen | 183 |
| | Tafel V: Photoemissionsspektroskopie | 185 |
| 8. | Magnetismus | 189 |
| 8.1 | Dia- und Paramagnetismus | 190 |
| 8.2 | Austauschwechselwirkung | 195 |
| 8.3 | Austauschwechselwirkung zwischen freien Elektronen . | 198 |
| 8.4 | Das Bandmodell für den Ferromagnetismus | 200 |
| 8.5 | Das Temperaturverhalten eines Ferromagneten im Bandmodell | 204 |
| 8.6 | Ferromagnetische Kopplung bei lokalisierten Elektronen | 208 |
| 8.7 | Antiferromagnetismus | 210 |
| 8.8 | Spinwellen | 214 |
| 8.9 | Kristallanisotropie | 218 |
| | Übungen | 225 |
| | Tafel VI: Magnetostatische Spinwellen | 226 |
| | Tafel VII: Magnetismus in Schichtsystemen und GMR-Effekt | 230 |
| 9. | Bewegung von Ladungsträgern und Transportphänomene | 235 |
| 9.1 | Bewegung von Ladungsträgern in Bändern - die effektive Masse | 235 |

| | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.2 | Ströme in Bändern und Defektelektronen | 239 |
| 9.3 | Streuung von Elektronen in Bändern | 241 |
| 9.4 | Boltzmann-Gleichung und Relaxationszeit | 245 |
| 9.5 | Die elektrische Leitfähigkeit von Metallen | 250 |
| 9.6 | Thermoelektrische Effekte | 256 |
| 9.7 | Das Wiedemann-Franz-Gesetz | 260 |
| 9.8 | Elektrische Leitfähigkeit durch lokalisierte Elektronen | 261 |
| 9.9 | Quantentransport in Nanostrukturen | 264 |
| | Übungen | 280 |
| | Tafel VIII: Quantenoszillationen und die Topologie von Fermi-Flächen | 282 |
| 10. | Supraleitung | 287 |
| 10.1 | Einige Grundphänomene der Supraleitung | 287 |
| 10.2 | Phänomenologische Beschreibung durch London-Gleichungen | 292 |
| 10.3 | Instabilität des „Fermi-Sees“ und Cooper-Paare | 295 |
| 10.4 | Der BCS-Grundzustand | 300 |
| 10.5 | Das Anregungsspektrum des Supraleiters | 309 |
| 10.6 | Konsequenzen der BCS-Theorie und Vergleich mit experimentellen Befunden | 314 |
| 10.7 | Suprastrom und kritischer Strom | 318 |
| 10.8 | Kohärenz des BCS-Grundzustandes und Meissner-Ochsenfeld-Effekt | 322 |
| 10.9 | Quantisierung des magnetischen Flusses | 327 |
| 10.10 | Supraleiter 2. Art | 331 |
| 10.11 | Neuartige „Hochtemperatur“-Supraleiter | 338 |
| | Übungen | 347 |
| | Tafel IX: Einelektronen-Tunneln an Supraleitern | 349 |
| | Tafel X: Cooper-Paar-Tunneln - Josephson-Effekte | 356 |
| 11. | Dielektrische Eigenschaften der Materie | 361 |
| 11.1 | Die dielektrische Funktion | 361 |
| 11.2 | Absorption elektromagnetischer Strahlung | 364 |
| 11.3 | Die dielektrische Funktion für harmonische Oszillatoren | 367 |
| 11.4 | Longitudinale und transversale Eigenschwingungen | 370 |
| 11.5 | Oberflächenwellen eines Dielektrikums | 372 |
| 11.6 | Das Reflexionsvermögen des dielektrischen Halbraums . | 374 |
| 11.7 | Das lokale Feld | 375 |
| 11.8 | Polarisationskatastrophe und Ferroelektrika | 378 |
| 11.9 | Das freie Elektronengas | 379 |
| 11.10 | Interband-Übergänge | 382 |
| 11.11 | Exzitonen | 389 |
| 11.12 | Dielektrische Energieverluste von Elektronen | 390 |
| | Übungen | 394 |
| | Tafel XI: Spektroskopie mit Photonen und Elektronen | 397 |
| | Tafel XII: Infrarot-Spektroskopie | 399 |
| | Tafel XIII: Die Methode der frustrierten Totalreflexion | 401 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 12. Halbleiter | 403 |
| 12.1 Daten einiger wichtiger Halbleiter | 404 |
| 12.2 Ladungsträgerdichte im intrinsischen Halbleiter | 408 |
| 12.3 Dotierung von Halbleitern | 412 |
| 12.4 Ladungsträgerdichte in dotierten Halbleitern | 416 |
| 12.5 Leitfähigkeit von Halbleitern | 421 |
| 12.6 Der p-n-Übergang und der Metall/Halbleiter-Schottky-Kontakt | 427 |
| 12.7 Halbleiterheterostrukturen und Übergitter | 443 |
| 12.8 Wichtige Halbleiterbauelemente | 456 |
| Übungen | 471 |
| Tafel XIV: Hall-Effekt | 473 |
| Tafel XV: Zyklotron-Resonanz bei Halbleitern | 475 |
| Tafel XVI: Shubnikov-de Haas-Oszillationen und Quanten-Hall-Effekt | 477 |
| Tafel XVII: Halbleiterepitaxie | 483 |
| Tafel XVIII: Präparation von Nanostrukturen | 488 |
| Literaturverzeichnis | 493 |
| Sachverzeichnis | 505 |
| Periodensystem der Elemente (Vordere Einbandrückseite) | |
| Konstanten und Äquivalentwerte (Hintere Einbandrückseite) | |