
Inhaltsverzeichnis

1	Der kristalline Zustand	1
1.1	Struktur idealer Kristalle	2
1.1.1	Raumgitter	2
1.1.2	Kristallstrukturen	7
1.1.3	Millersche Indizes	10
1.1.4	Reziprokes Gitter	12
1.1.5	Erste Brillouin-Zone	14
1.2	Kristalle als natürliche Beugungsgitter	17
1.2.1	Lauesche Gleichungen	18
1.2.2	Braggsche Reflexionsbedingung	21
1.2.3	Strukturfaktor	23
1.2.4	Debye-Waller-Faktor ^s	28
1.2.5	Beugung von Materiewellen	30
1.3	Bindungsarten im Kristall	32
1.3.1	Ionenbindung	32
1.3.2	Kovalente Bindung	40
1.3.3	Metallische Bindung	41
1.3.4	Van-der-Waals-Bindung	41
1.3.5	Bindung über Wasserstoffbrücken	43
1.4	Fehlordnungen im Kristall	43
1.4.1	Leerstellen und Zwischengitteratome	44
1.4.2	Fremdatome in Kristallen	53
1.4.3	Farbzentren	55
1.4.4	Versetzungen	55
1.4.5	Kleinwinkelkorngrenzen und Stapelfehler	64
1.5	Untersuchung von Kristallstrukturen mit Röntgenstrahlen	65
1.5.1	Laue-Verfahren	65

1.5.2	Drehkristallverfahren	66
1.5.3	Debye-Scherrer-Verfahren	67
2	Dynamik des Kristallgitters	69
2.1	Gitterschwingungen	70
2.1.1	Eigenschwingungen von Kristallgittern mit einatomiger Basis	70
2.1.2	Phononen	75
2.1.3	Eigenschwingungen von Kristallgittern mit zweiatomiger Basis	77
2.2	Spezifische Wärme von Kristallen	81
2.2.1	Zustandsdichte im Phononenspektrum	82
2.2.2	Debyesches Näherungsverfahren	84
2.3	Anharmonische Effekte	88
2.3.1	Thermische Ausdehnung	90
2.3.2	Wärmeleitung in Isolatoren	92
2.4	Phononenspektroskopie	94
2.4.1	Inelastische Neutronenstreuung	95
2.4.2	Raman-Streuung	98
2.5	Aufgaben zu Kap. 1 und 2	101
3	Elektronen im Festkörper	103
3.1	Modell des freien Elektronengases	104
3.1.1	Spezifische Wärme von Metallen	106
3.1.2	Wärmeleitung in Metallen	109
3.1.3	Glühemission von Elektronen aus Metallen [§]	110
3.1.4	Metallische Bindung	113
3.2	Bändertheorie des Festkörpers	114
3.2.1	Bloch-Funktion	115
3.2.2	Näherung für quasigebundene Elektronen	120
3.2.3	Näherung für quasifreie Elektronen	125
3.2.4	Metalle, Halbmatalle, Isolatoren und Halbleiter	130
3.2.5	Fermi-Flächen von Metallen	132
3.3	Kristallelektronen in äußeren Kraftfeldern	138
3.3.1	Effektive Masse eines Kristallelektrons	140
3.3.2	Bewegung eines Kristallelektrons in einem elektrischen Feld; Defektelektronen	141
3.3.3	Bewegung eines Kristallelektrons im magnetischen Feld; Zyklotronfrequenz	145

3.3.4	Elektrische Leitfähigkeit von Metallen	148
3.3.5	Elektrische Leitung in gekreuzten elektrischen und magnetischen Feldern; Hall-Effekt	158
3.4	Halbleiter	162
3.4.1	Eigenleitung	162
3.4.2	Störstellenleitung	166
3.4.3	p - n -Übergang	172
3.5	Experimentelle Methoden zur Untersuchung von Halbleitern	177
3.5.1	Hall-Effekt bei Halbleitern	178
3.5.2	Zyklotronresonanz bei Halbleitern	181
3.6	Quanten-Hall-Effekt	185
3.7	Aufgaben zu Kap. 3	194
4	Dielektrische Eigenschaften der Festkörper	197
4.1	Zusammenhang zwischen Dielektrizitätskonstante und Polarisierbarkeit	198
4.1.1	Lokales elektrisches Feld	199
4.1.2	Clausius-Mossottische Gleichung	202
4.2	Elektrische Polarisierung und optische Eigenschaften von Isolatoren	203
4.2.1	Lorentzsches Oszillatormodell	204
4.2.2	Eigenschwingungen von Ionenkristallen	207
4.2.3	Optisches Verhalten von Ionenkristallen	211
4.2.4	Polaritonen	215
4.2.5	Orientierungspolarisation	217
4.3	Optische Eigenschaften von Metallen und Halbleitern	220
4.3.1	Plasmaschwingungen	222
4.3.2	Interbandübergänge	224
4.3.3	Exzitonen	226
4.4	Ferroelektrizität	228
4.4.1	Polarisationskatastrophe [§]	231
4.4.2	Antiferroelektrizität	232
4.5	Experimentelle Methoden zur Bestimmung der dielektrischen Funktion	233
4.5.1	Kramers-Kronig-Relationen	234
4.5.2	Auswertung von optischen Reflexionsspektren	236
4.5.3	Energieverlust schneller Elektronen in einem Festkörper	238
4.6	Aufgaben zu Kap. 4	240

5	Magnetische Eigenschaften der Festkörper	241
5.1	Para- und Diamagnetismus von Isolatoren	242
5.1.1	Langevinscher Para- und Diamagnetismus	243
5.1.2	Salze der seltenen Erden und der 3d-Elemente	247
5.2	Para- und Diamagnetismus von Metallen	249
5.3	Ferromagnetismus	253
5.3.1	Molekularfeldnäherung ^s	257
5.3.2	Spinwellentheorie	263
5.3.3	Domänenstruktur ^s	269
5.4	Antiferromagnetismus	274
5.5	Spingläser	279
5.6	Aufgaben zu Kap. 5	285
6	Supraleitung	287
6.1	Grundzüge der mikroskopischen Theorie der Supraleitung	290
6.1.1	Effektive Elektron-Elektron-Wechselwirkung	291
6.1.2	Cooper-Paare	300
6.1.3	Grundzustand und angeregte Zustände eines Supraleiters bei $T = 0\text{ K}$	303
6.1.4	Supraleitende Zustände für $T > 0\text{ K}$	311
6.1.5	Isotopieeffekt	314
6.1.6	Halbleitermodell des Supraleiters	315
6.1.7	Giaeverseche Tunnelexperimente ^s	319
6.2	Elektrodynamik des supraleitenden Zustands	325
6.2.1	Londonsche Gleichungen	325
6.2.2	Dünne supraleitende Schicht im Magnetfeld	330
6.2.3	Flussquantisierung	332
6.3	Josephson-Effekte ^s	334
6.3.1	Josephson-Gleichungen	334
6.3.2	Josephson-Kontakt im Magnetfeld	337
6.3.3	Josephson-Kontakt im Feld von Mikrowellenstrahlung	344
6.4	Thermodynamik des supraleitenden Zustands	348
6.4.1	Freie Enthalpie des supraleitenden Zustands	350
6.4.2	Entropie und spezifische Wärme	352
6.5	Phänomenologische Theorie von Ginzburg und Landau	355
6.5.1	Ginzburg-Landau-Gleichungen	356
6.5.2	Phasengrenzenergie	361
6.5.3	Supraleiter erster Art	366
6.5.4	Supraleiter zweiter Art	372

6.6	Hochtemperatur-Supraleiter	381
6.7	Aufgaben zu Kap. 6	386
7	Legierungen^s	389
7.1	Thermodynamik binärer Legierungen	390
7.1.1	Ideale Lösungen	397
7.1.2	Eutektische und peritektische Zustandsdiagramme	399
7.1.3	Intermetallische Verbindungen	404
7.1.4	Thermische Analyse	409
7.1.5	Überstrukturen #	411
7.2	Kinetik der Phasenreaktionen	416
7.2.1	Darken-Gleichungen	420
7.2.2	Erstarrungsvorgänge	424
7.2.3	Ausscheidungsvorgänge	431
7.2.4	Martensitische Umwandlungen	432
7.3	Metastabile Legierungen	437
7.3.1	Struktur metallischer Gläser	442
7.3.2	Beugungsdiagramme amorpher Substanzen	444
7.3.3	Feinstrukturanalyse von Röntgenabsorptionskanten	449
7.4	Aufgaben zu Kap. 7	451
A	Thermodynamische Gleichgewichtsbedingungen	453
B	Verteilungsfunktionen in der Boltzmann-, Bose- und Fermi-Statistik	457
C	Lösungen der Aufgaben	469
	Literatur	485
	Sachverzeichnis	491

Einführung in die Festkörperphysik

Kopitzki, K.; Herzog, P.

2017, XXI, 501 S. 279 Abb.,

ISBN: 978-3-662-53578-3