

Inhalt

Geleitwort — V

Vorwort zur 2. Auflage — VII

Vorwort zur 1. Auflage — IX

Danksagung — XI

Zum Inhalt von Band VI — XIII

Symbolverzeichnis Band VI — XXI

1 Statistische Physik — 1

- 1.1 Elementare Statistik und Wahrscheinlichkeit — 4
 - 1.1.1 Grundbegriffe — 4
 - 1.1.2 Die eindimensionale Zufallsbewegung als Beispiel für das Auftreten zufälliger Ereignisse — 7
 - 1.1.3 Mittelwertbildung und Gesetz der großen Zahl — 14
 - 1.1.4 Die Gaußsche und die Poissonsche Wahrscheinlichkeitsverteilung — 20
- 1.2 Statistik von Vielteilchensystemen — 31
 - 1.2.1 Mikroskopische Beschreibung des Systemzustandes, Zustandsraum — 31
 - 1.2.2 Statistisches Ensemble und Makrozustand — 35
 - 1.2.3 Grundlegendes Postulat — 36
 - 1.2.4 Das mikrokanonische Ensemble und die Berechnung der Wahrscheinlichkeit makroskopischer Parameter — 37
 - 1.2.5 Die Zustandssummen für ein Teilchen im Kasten und das ideale Gas — 41
- 1.3 Thermische Wechselwirkung und repräsentative Ensembles physikalischer Systeme — 46
 - 1.3.1 Thermische Wechselwirkung zwischen makroskopischen Systemen — 47
 - 1.3.2 Thermisches Gleichgewicht, Temperatur — 54
 - 1.3.3 Statistische Physik und Thermodynamik — 59
 - 1.3.4 System im Kontakt mit einem Wärmereservoir, kanonische Zustandssumme — 62
 - 1.3.5 Großkanonisches Ensemble — 74
 - 1.3.6 Der Gleichverteilungssatz (Äquipartitionstheorem) — 77

1.4	Quantenstatistik idealer Gase — 80
1.4.1	Identische Teilchen — 80
1.4.2	Die Abzählung der Zustände — 84
1.4.3	Maxwell-Boltzmann Statistik — 88
1.4.4	Fermi-Dirac Statistik — 91
1.4.5	Bose-Einstein Statistik — 96
1.4.6	Quantenstatistik im klassischen Grenzfall — 103
	Zusammenfassung — 107
Anhang 1	Maxwell-Boltzmann Statistik – Einteilchenzustandssumme, Quantenkonzentration, klassisches ideales Gas — 113
Anhang 2	Fermi-Dirac Statistik – Quantenkonzentration und Beispiele — 118
Anhang 3	Bose-Einstein Statistik – die Einstein-Kondensationstemperatur — 123
2	Festkörperphysik — 125
2.1	Chemische Bindung — 129
2.1.1	Bindungsarten — 133
2.1.1.1	Die ionische Bindung (heteropolare Bindung) — 133
2.1.1.2	Die kovalente Bindung (Atombindung, homöopolare Bindung) — 134
2.1.1.3	Die Van der Waals Bindung — 137
2.1.1.4	Die Wasserstoff-Brückenbindung — 140
2.1.2	Kovalente Bindung mehratomiger Moleküle — 142
2.1.2.1	Die Bindung des H₂O-Moleküls — 142
2.1.2.2	Die Bindungen des Kohlenstoffatoms: Hybridisierung — 143
2.1.2.3	Molekülspektren — 144
2.1.3	Kristallbindungen — 145
2.1.3.1	Ionenkristalle — 145
2.1.3.2	Kovalente und metallische Kristalle — 149
2.2	Kristallstruktur, reziprokes Gitter, Kristallbeugung, Gitterfehler — 151
2.2.1	Kristallgitter — 151
2.2.2	Struktur einfacher Kristalle — 157
2.2.2.1	Die kubisch-raumzentrierte Struktur — 158
2.2.2.2	Die hexagonal dichtest gepackte Struktur — 159
2.2.2.3	Die kubisch-flächenzentrierte Struktur — 161
2.2.3	Kristallographische Ebenen und Richtungen — 163
2.2.4	Das reziproke Gitter — 168
2.2.4.1	Konstruktion des reziproken Gitters — 168
2.2.4.2	Basis- und Gittervektoren des reziproken Gitters — 171
2.2.4.3	Die primitive Einheitszelle des reziproken Gitters — 174
2.2.4.4	Kristallographische Zone — 175
2.2.4.5	Vergleich: Reziprokes und direktes Gitter — 176

2.2.5	Beugung am Kristall (<i>elastische</i> Streuung) — 176
2.2.5.1	Röntgenstrahlen — 176
2.2.5.2	Röntgenbeugung: Die Braggbedingung — 181
2.2.5.3	Die Laue-Gleichungen — 184
2.2.5.4	Röntgenbeugung im reziproken Raum — 186
2.2.5.5	Äquivalenz von Braggbedingung und Beugungsbedingung im reziproken Raum — 188
2.2.5.6	Die Ewald-Konstruktion — 194
2.2.6	Gitterfehler — 200
2.2.6.1	Nulldimensionale Gitterdefekte: Punktdefekte und ihre Agglomerate — 201
2.2.6.2	Eindimensionale Gitterdefekte: Versetzungen — 203
2.2.6.3	Zweidimensionale Gitterdefekte: Grenzflächen — 207
2.2.6.4	Dreidimensionale Defekte: Ausscheidungen, Poren und Lunker — 210
2.3	Spezifische Wärme des Festkörpers — 211
2.3.1	Wärmekapazität und spezifische Wärme am Beispiel des idealen Gases — 211
2.3.2	Klassische Theorie der spezifischen Wärme des Festkörpers — 214
2.3.3	Das Einstein-Modell (1906) — 216
2.3.4	Das Debye-Modell (1912) — 220
2.3.5	Die spezifische Wärme der Leitungselektronen in Metallen — 228
2.4	Phononen: Quantisierte Schwingungen des Kristallgitters — 231
2.4.1	Vergleich von Photonen und Phononen; Erhaltungssätze — 231
2.4.2	Streuung von Photonen an Phononen — 236
2.4.3	Inelastische Neutronenstreuung — 240
2.5	Die Eigenschwingungen des Kristallgitters: Phononen — 246
2.5.1	Normalschwingungen eines eindimensionalen, einatomigen Kristalls (lineare Kette mit einatomiger Basis) — 246
2.5.2	Eindimensionaler Kristall mit zwei Atomsorten unterschiedlicher Masse (lineare Kette mit zweiatomiger Basis) — 255
2.5.3	Die Schwingungen des Raumgitters — 262
2.5.4	Die Phononen-Zustandsdichte — 264
2.5.5	Spezifische Wärme im Phononenmodell — 265
2.6	Elektronen im Festkörper — 267
2.6.1	Das freie Elektronengas — 267
2.6.1.1	Das Drude-Modell — 267
2.6.1.2	Das Sommerfeld-Modell — 271
2.6.2	Das Bändermodell — 287
2.6.2.1	Einelektronen-Näherung — 287
2.6.2.2	Elektronen im Kristallgitter — 288
2.6.2.3	Die Bloch-Funktionen — 289

2.6.2.4	Das Kronig-Penney-Modell —	291
2.6.2.5	Die effektive Masse der Kristallelektronen —	299
2.6.2.6	Metalle, Isolatoren, Halbleiter, Löcherleitung —	303
2.6.2.7	Halbleiter —	306
2.6.2.8	Brillouin-Zonen, Fermi-Flächen und Zustandsdichte —	308
2.6.2.9	Die Näherungen quasifreier (<i>nearly free electron approximation</i>) und quasigebundener Elektronen (<i>tight binding approximation</i>) —	312
	Zusammenfassung —	317
Anhang 1	Bestimmung der Parameter des abstoßenden Born-Mayer-Potenzials eines Ionenkristalls —	326
Anhang 2	Born-Haber Zyklus zur Bestimmung der Bindungsenergie eines Ionenkristalls —	329
Anhang 3	Netzebenenabstand in den verschiedenen Gittersystemen —	331
Anhang 4	Ko- und kontravariante Vektoren —	332
Anhang 5	Magnetische Kühlung durch adiabatische Entmagnetisierung —	333
Anhang 6	Reale Bandstrukturen der Metalle und Halbleiter am Beispiel von Al und Ge —	336
Anhang 7	Die Oberflächen der ersten drei <i>BZ</i> des <i>krz</i> - und des <i>kfz</i> -Gitters und die Fermi-Flächen von Cu und Al —	341
3	Materialphysik (<i>Materials Science</i>) —	343
3.1	Amorphe Festkörper —	344
3.1.1	Die radiale Paarverteilungsfunktion —	344
3.1.2	Experimentelle Bestimmung der radialen Paarverteilungsfunktion —	348
3.1.3	Gläser —	356
3.1.3.1	Silikatgläser —	358
3.1.3.2	Polymere —	360
3.1.3.3	Metallische Gläser (Amorphe Metalle) —	363
3.2	Flüssigkristalle —	365
3.2.1	Struktur der Flüssigkristalle —	366
3.2.1.1	Beschreibung der Ausrichtung der Flüssigkristalle —	366
3.2.1.2	Nematische Phase (<i>N</i>) —	369
3.2.1.3	Chiral-nematische = cholesterische Phase (<i>N'</i>) —	371
3.2.1.4	Smektische Phase (<i>SM</i>) —	372
3.2.1.5	Kolumnare Phase (<i>D</i>) —	373
3.2.2	Anwendungen von Flüssigkristallen —	375
3.2.2.1	Selektive Reflexion: Temperatursensoren —	375
3.2.2.2	Nematische Flüssigkristallanzeigen —	375
3.2.2.3	Ferroelektrische Flüssigkristallanzeige —	377
3.2.2.4	Flexible Flüssigkristallanzeigen —	379
3.2.2.5	Räumliche Lichtmodulation —	379

3.3	Quasikristalle —	381
3.4	Formgedächtnis-Legierungen (<i>Shape Memory Alloys</i>) als Beispiel für „Smart Materials“ —	387
3.4.1	Einweg <i>FGL</i> —	389
3.4.2	Zweiweg <i>FGL</i> —	390
3.4.3	Pseudoelastizität (superelastischer Effekt) —	390
3.4.4	Anwendungen —	391
3.5	Nanostrukturen: <i>Carbon Clusters</i> und <i>Carbon Nanotubes</i> —	392
3.5.1	Kohlenstoff Cluster —	392
3.5.2	Kohlenstoff-Nanoröhrchen (<i>carbon nanotubes, CNT</i>) —	394
	Zusammenfassung —	398
Anhang 1	Ableitung der Laue-Gleichungen aus dem allgemeinen Strukturfaktor —	400
Anhang 2	Polare und axiale Vektoren —	404
 Literatur — 407		
 Register — 409		