

Inhalt

Vorwort — V

Zum Inhalt von Band VI — VII

Danksagung — IX

Symbolverzeichnis Band VI — XVII

1 Statistische Physik — 1

1.1	Elementare Statistik und Wahrscheinlichkeit — 3
1.1.1	Grundbegriffe — 3
1.1.2	Die eindimensionale Zufallsbewegung als Beispiel für das Auftreten zufälliger Ereignisse — 7
1.1.3	Mittelwertbildung und Gesetz der großen Zahl — 13
1.1.4	Die Gaußsche und die Poissonsche Wahrscheinlichkeitsverteilung — 19
1.2	Statistik von Vieleilchensystemen — 30
1.2.1	Mikroskopische Beschreibung des Systemzustandes, Zustandsraum — 30
1.2.2	Statistisches Ensemble und Makrozustand — 34
1.2.3	Grundlegendes Postulat — 35
1.2.4	Das mikrokanonische Ensemble und die Berechnung der Wahrscheinlichkeit makroskopischer Parameter — 36
1.2.5	Die Zustandssummen für ein Teilchen im Kasten und das ideale Gas — 40
1.3	Thermische Wechselwirkung und repräsentative Ensembles physikalischer Systeme — 46
1.3.1	Thermische Wechselwirkung zwischen makroskopischen Systemen — 46
1.3.2	Thermisches Gleichgewicht, Temperatur — 53
1.3.3	Statistische Physik und Thermodynamik — 58
1.3.4	System im Kontakt mit einem Wärmereservoir, kanonische Zustandssumme — 61
1.3.5	Großkanonisches Ensemble — 73
1.3.6	Der Gleichverteilungssatz (Äquipartitionstheorem) — 76
1.4	Quantenstatistik idealer Gase — 79
1.4.1	Identische Teilchen — 79
1.4.2	Die Abzählung der Zustände — 83
1.4.3	Maxwell-Boltzmann Statistik — 87

XII — Inhalt

1.4.4	Fermi-Dirac Statistik — 90
1.4.5	Bose-Einstein Statistik — 95
1.4.6	Quantenstatistik im klassischen Grenzfall — 102
Zusammenfassung — 106	
Anhang 1	Maxwell-Boltzmann Statistik – Einteilchenzustandssumme, Quantenkonzentration, klassisches ideales Gas — 112
Anhang 2	Fermi-Dirac Statistik – Quantenkonzentration und Beispiele — 117
Anhang 3	Bose-Einstein Statistik – die Einstein-Kondensationstemperatur — 122

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 H_2O -Moleküls — 142
2.1.2.2	Die Bindungen des Kohlenstoffatoms: Hybridisierung — 142
2.1.2.3	Molekülspektren — 144
2.1.3	Kristallbindungen — 144
2.1.3.1	Ionenkristalle — 144
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 — 157
2.2.2.2	Die hexagonal dichtest gepackte Struktur — 158
2.2.2.3	Die kubisch-flächenzentrierte Struktur — 160
2.2.3	Kristallographische Ebenen und Richtungen — 162
2.2.4	Das reziproke Gitter — 167
2.2.4.1	Konstruktion des reziproken Gitters — 167
2.2.4.2	Basis- und Gittervektoren des reziproken Gitters — 169
2.2.4.3	Die primitive Einheitszelle des reziproken Gitters — 173
2.2.4.4	Kristallographische Zone — 174
2.2.4.5	Vergleich: Reziprokes und direktes Gitter — 175
2.2.5	Beugung am Kristall (<i>elastische</i> Streuung) — 175
2.2.5.1	Röntgenstrahlen — 175
2.2.5.2	Röntgenbeugung: Die Braggbedingung — 179
2.2.5.3	Die Laue-Gleichungen — 183

2.2.5.4	Röntgenbeugung im reziproken Raum — 185
2.2.5.5	Äquivalenz von Braggbedingung und Beugungsbedingung im reziproken Raum — 187
2.2.5.6	Die Ewald-Konstruktion — 192
2.2.6	Gitterfehler — 197
2.2.6.1	Nulldimensionale Gitterdefekte: Punktdefekte und ihre Agglomerate — 198
2.2.6.2	Eindimensionale Gitterdefekte: Versetzungen — 200
2.2.6.3	Zweidimensionale Gitterdefekte: Grenzflächen — 204
2.2.6.4	Dreidimensionale Defekte: Ausscheidungen, Poren und Lunker — 207
2.3	Spezifische Wärme des Festkörpers — 208
2.3.1	Wärmekapazität und spezifische Wärme am Beispiel des idealen Gases — 208
2.3.2	Klassische Theorie der spezifischen Wärme des Festkörpers — 211
2.3.3	Das Einstein-Modell (1906) — 213
2.3.4	Das Debye-Modell (1912) — 217
2.3.5	Die spezifische Wärme der Leitungselektronen in Metallen — 225
2.4	Phononen: Quantisierte Schwingungen des Kristallgitters — 228
2.4.1	Vergleich von Photonen und Phononen; Erhaltungssätze — 228
2.4.2	Streuung von Photonen an Phononen — 233
2.4.3	Inelastische Neutronenstreuung — 237
2.5	Die Eigenschwingungen des Kristallgitters: Phononen — 243
2.5.1	Normalschwingungen eines eindimensionalen, einatomigen Kristalls (lineare Kette mit einatomiger Basis) — 243
2.5.2	Eindimensionaler Kristall mit zwei Atomsorten unterschiedlicher Masse (lineare Kette mit zweiatomiger Basis) — 252
2.5.3	Die Schwingungen des Raumgitters — 259
2.5.4	Die Phononen-Zustandsdichte — 261
2.5.5	Spezifische Wärme im Phononenmodell — 262
2.6	Elektronen im Festkörper — 264
2.6.1	Das freie Elektronengas — 264
2.6.1.1	Das Drude-Modell — 264
2.6.1.2	Das Sommerfeld-Modell — 268
2.6.2	Das Bändermodell — 284
2.6.2.1	Einelektronen-Näherung — 284
2.6.2.2	Elektronen im Kristallgitter — 285
2.6.2.3	Die Bloch-Funktionen — 286
2.6.2.4	Das Kronig-Penney-Modell — 288
2.6.2.5	Die effektive Masse der Kristallelektronen — 296
2.6.2.6	Metalle, Isolatoren, Halbleiter, Löcherleitung — 300
2.6.2.7	Halbleiter — 303

2.6.2.8	Brillouin-Zonen, Fermi-Flächen und Zustandsdichte — 305
2.6.2.9	Die Näherungen quasifreier (<i>nearly free electron approximation</i>) und quasigebundener Elektronen (<i>tight binding approximation</i>) — 309
Zusammenfassung — 314	
Anhang 1	Bestimmung der Parameter des abstoßenden Born-Mayer-Potenzials eines Ionenkristalls — 323
Anhang 2	Born-Haber Zyklus zur Bestimmung der Bindungsenergie eines Ionenkristalls — 326
Anhang 3	Netzebenenabstand in den verschiedenen Gittersystemen — 328
Anhang 4	Ko- und kontravariante Vektoren — 329
Anhang 5	Magnetische Kühlung durch adiabatische Entmagnetisierung — 330
Anhang 6	Reale Bandstrukturen der Metalle und Halbleiter am Beispiel von Al und Ge — 333
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 — 338
3	Materialphysik (<i>Materials Science</i>) — 341
3.1	Amorphe Festkörper — 342
3.1.1	Die radiale Paarverteilungsfunktion — 342
3.1.2	Experimentelle Bestimmung der radialen Paarverteilungsfunktion — 346
3.1.3	Gläser — 354
3.1.3.1	Silikatgläser — 356
3.1.3.2	Polymere — 358
3.1.3.3	Metallische Gläser (Amorphe Metalle) — 361
3.2	Flüssigkristalle — 363
3.2.1	Struktur der Flüssigkristalle — 364
3.2.1.1	Beschreibung der Ausrichtung der Flüssigkristalle — 364
3.2.1.2	Nematische Phase (<i>N</i>) — 367
3.2.1.3	Chiral-nematische = cholesterische Phase (<i>N*</i>) — 368
3.2.1.4	Smektische Phase (<i>SM</i>) — 369
3.2.1.5	Kolumnare Phase (<i>D</i>) — 370
3.2.2	Anwendungen von Flüssigkristallen — 372
3.2.2.1	Selektive Reflexion: Temperatursensoren — 372
3.2.2.2	Nematische Flüssigkristallanzeigen — 373
3.2.2.3	Ferroelektrische Flüssigkristallanzeige — 375
3.2.2.4	Flexible Flüssigkristallanzeigen — 377
3.2.2.5	Räumliche Lichtmodulation — 377
3.3	Quasikristalle — 379
3.4	Formgedächtnis-Legierungen (<i>Shape Memory Alloys</i>) als Beispiel für „Smart Materials“ — 385
3.4.1	Einweg <i>FGL</i> — 387

3.4.2	Zweiweg <i>FGL</i> — 388
3.4.3	Pseudoelastizität (superelastischer Effekt) — 388
3.4.4	Anwendungen — 389
3.5	Nanostrukturen: <i>Carbon Clusters</i> und <i>Carbon Nanotubes</i> — 390
3.5.1	Kohlenstoff Cluster — 390
3.5.2	Kohlenstoff-Nanoröhrchen (<i>carbon nanotubes, CNT</i>) — 392
	Zusammenfassung — 396
Anhang 1	Ableitung der Laue-Gleichungen aus dem allgemeinen Strukturfaktor — 398
Anhang 2	Polare und axiale Vektoren — 402
	Literatur — 405
	Register — 407

