

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 Vielteilchensystemen — **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**

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 ₂ O-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 (Materials Science) — 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</i> , <i>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

