

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	v
Wie man dieses Buch liest	vii
Periodensystem der Elemente	xiv
1 Flüssigkristalle	1
1.1 Motivation und Phänomenologie	1
1.2 Was ist ein Flüssigkristall?	2
1.2.1 Phasen und Mesophasen	2
1.2.2 Struktur von Flüssigkristallen	5
1.3 Grundlagen der Optik	6
1.3.1 Elektrische und magnetische Felder	6
1.3.2 Licht als elektromagnetische Welle	11
1.4 Anwendungen	18
1.4.1 Funktionsweise einer Flüssigkristall-Anzeige	18
1.4.2 Ansteuerung der Bildpunkte	22
1.4.3 Flüssigkristall-Thermometer	23
1.5 Schlüsselkonzepte	27
2 Formgedächtnislegierungen	29
2.1 Phänomenologie	29
2.2 Kristallstruktur und Phasenübergänge	31
2.2.1 Kristallstrukturen	31
2.2.2 Das Boltzmann-Gesetz und die Entropie	33
2.2.3 Phasenübergänge	37
2.3 Erläuterung der Formgedächtnis-Effekte	41
2.4 Anwendungen	45
2.5 Schlüsselkonzepte	47
3 Piezoelektrika	49
3.1 Phänomenologie	49
3.2 Elektrische Polarisation	49
3.3 Atomaufbau und Bindung	52
3.3.1 Das Orbitalmodell	52
3.3.2 Elektronenorbitale in Atomen	55
3.3.3 Dipole in Materie	60
3.4 Elektrische Eigenschaften von Isolatoren	64
3.4.1 Dielektrische Materialien	64

3.4.2	Piezoelektrische Materialien	66
3.4.3	Der Piezomodul	67
3.4.4	Pyroelektrika und Ferroelektrika	70
3.5	Anwendungen	73
3.6	Schlüsselkonzepte	75
4	Optische Werkstoffe (Gläser)	77
4.1	Phänomenologie	77
4.2	Licht und seine Wechselwirkung mit Materie	80
4.2.1	Elektromagnetische Wellen und Atome	80
4.2.2	Lichtbrechung	81
4.2.3	Photonen	85
4.3	Lichtabsorption	88
4.3.1	Lichtabsorption in Atomen und Molekülen	88
4.3.2	Energieniveaus in Festkörpern: Das Bändermodell	89
4.3.3	Weitere Absorptionsphänomene	92
4.3.4	Lichtabsorption in Gläsern	95
4.4	Reflexion	96
4.5	Anwendungen	99
4.6	Schlüsselkonzepte	103
5	Farbstoffe	105
5.1	Was ist eine Farbe?	105
5.2	Farbige Gläser	109
5.3	Organische Farbstoffe	112
5.3.1	Das Kastenpotential	112
5.3.2	Orbitale und Energieniveaus des Kastenpotentials	113
5.3.3	Lichtabsorption in organischen Farbstoffen	118
5.4	Interferenzfarben und photonische Kristalle	121
5.5	Anwendungen	122
5.6	Schlüsselkonzepte	124
6	Elektrische Leiter	125
6.1	Phänomenologie der elektrischen Leitung	125
6.2	Das Drude-Modell	128
6.2.1	Anwendungen des Drude-Modells	132
6.2.2	Probleme des Drude-Modells	133
6.3	Noch einmal das Bändermodell	135
6.4	Das Sommerfeld-Modell	138
6.4.1	Das dreidimensionale Kastenpotential	138
6.4.2	Elektronenorbitale in Metallen	142
6.4.3	Die Wärmekapazität von Metallen	144
6.4.4	Periodische Randbedingungen	146
6.4.5	Elektrische Leitung im Sommerfeld-Modell	150
6.4.6	Probleme des Sommerfeld-Modells	156

6.5 Das Bloch-Modell	157
6.5.1 Einfluss der Ionenrumpfe	157
6.5.2 Reduziertes Zonenschema	161
6.5.3 Bändermodell und Atomorbitale	169
6.6 Schlüsselkonzepte	170
7 Halbleiter	173
7.1 Phänomenologie	173
7.2 Die Bandlücke von Halbleitern	173
7.3 Elektrische Leitung in Halbleitern	175
7.3.1 Ladungsträger	175
7.3.2 Löcherleitung	176
7.3.3 Die effektive Masse und die Beweglichkeit	179
7.4 Halbleiterstrukturen	183
7.4.1 Dotierung von Halbleitern	183
7.4.2 Der <i>p-n</i> -Übergang	186
7.4.3 Der Transistor	193
7.5 Optische Eigenschaften von Halbleitern	198
7.5.1 Lichtabsorption	198
7.5.2 Photodioden	199
7.5.3 Solarzellen	201
7.6 Schlüsselkonzepte	202
8 Materialien für Lichtquellen	205
8.1 Theorie der Emission	205
8.2 Thermische Lichtquellen	207
8.2.1 Strahlung schwarzer Körper	208
8.2.2 Künstliche thermische Lichtquellen	211
8.3 Gasentladungslampen	212
8.4 Leuchtdioden	214
8.5 Laser	215
8.5.1 Photonen und das Laserprinzip	215
8.5.2 Lasertypen und ihre Anwendungen	220
8.6 Schlüsselkonzepte	224
9 Supraleiter	227
9.1 Phänomenologie	227
9.2 Theorie der Supraleitung	229
9.2.1 Cooper-Paare	230
9.2.2 Bosonen und Fermionen	234
9.2.3 Der supraleitende Zustand	236
9.3 Hochtemperatur-Supraleiter	237
9.4 Anwendungen	238
9.5 Schlüsselkonzepte	239

10 Magnetische Werkstoffe	241
10.1 Magnetische Felder	241
10.2 Materie in Magnetfeldern	242
10.2.1 Dia-, Para- und Ferromagnetismus	242
10.2.2 Die magnetische Suszeptibilität	245
10.2.3 Magnetische Momente in der Quantenmechanik	246
10.2.4 Diamagnetismus	248
10.2.5 Paramagnetische Materialien	249
10.2.6 Grundlagen des Ferromagnetismus	251
10.2.7 Ferromagnetismus in realen Materialien	254
10.3 Anwendungen	256
10.3.1 Hart- und weichmagnetische Materialien	256
10.3.2 Magnetische Datenspeicher	258
10.3.3 Riesenmagnetowiderstand	259
10.4 Schlüsselkonzepte	260
11 Lösungen zu den Übungsaufgaben	263
Literaturverzeichnis	281
Stichwortverzeichnis	285