

C. Thomsen · H.-E. Gumlich

Ein Jahr für die Physik

Newton, Feynman und andere

W&T
WISSENSCHAFT &
TECHNIK VERLAG

Inhaltsverzeichnis

Teil 1: Klassische Mechanik und Relativitätstheorie	1
1 Zum Aufwärmen	1
1.1 Koordinatensysteme	2
1.2 Elementare Bewegungen	4
1.3 Drehbewegungen	7
2 Newtons Axiome und die Gravitation	8
2.1 Erstes Newtonsches Axiom	9
2.2 Zweites Newtonsches Axiom	9
2.3 Drittes Newtonsches Axiom	11
2.4 Anwendungen der Axiome	11
2.5 Gravitation	14
3 Arbeit, Energie und Erhaltungssätze	17
3.1 Arbeit	17
3.2 Felder	26
3.3 Drehungen starrer Körper	27
3.4 Erhaltungssätze	31
4 Schwingungen in der Physik	32
4.1 Ungedämpfte harmonische Schwingungen	33
4.2 Gedämpfte Schwingungen	44
4.3 Erzwungene Schwingungen	49
4.4 Resonanzen bei erzwungenen Schwingungen	52
4.5 Überlagerte Schwingungen	54
4.6 Fourieranalyse	55
5 Wellenphänomene	56
5.1 Wellenausbreitung	56
5.2 Wellengleichung	60
5.3 Interferenzen und Gruppengeschwindigkeit	63
6 Spezielle Relativitätstheorie	66
6.1 Addition von Geschwindigkeiten	66
6.2 Michelson-Morley-Experiment	68
6.3 Einsteinsche Postulate	70

6.4 Zeit, Länge, Masse und Energie werden “relativ”	72
6.5 Das Myonen-Experiment	79
Teil 2: Elektrizitätslehre	80
7 Elektrostatik	80
7.1 Coulombgesetz	81
7.2 Elektrisches Feld	85
7.3 Gaußscher Satz	87
7.4 Arbeit, Potential, Spannung und Energie	89
7.5 Elektrische Felder und Materie	95
7.6 Kondensator und Millikanversuch	98
8 Statische magnetische Felder und Ströme	103
8.1 Magnetische Dipole und magnetisches Feld	104
8.2 Materie im Magnetfeld	105
8.3 Dipole in magnetischen Feldern	107
8.4 Konstante Ströme und ihre Magnetfelder	109
8.5 Elektrische Ströme	115
8.6 Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern	118
9 Elektromagnetismus und Anwendungen	122
9.1 Induktionsgesetz	122
9.2 Maxwellgleichungen	124
9.3 Generator und Transformator	128
Teil 3: Optik	130
10 Optik	130
10.1 Licht als elektromagnetische Welle	131
10.2 Reflexions- und Brechungsgesetz	133
10.3 Linsen und optische Abbildungen	140
10.4 Optische Instrumente	146
11 Beugungsphänomene	150
11.1 Fraunhoferbeugung am Spalt	151
11.2 Beugung am Gitter	154

Teil 4: Thermodynamik	157
12 Druck und Volumen in einem Gas	157
12.1 Kinetische Gastheorie	158
12.2 Boyle-Mariotte-Gesetz	161
12.3 Adiabatische Druckänderung	162
13 Zustandsgleichung idealer Gase	163
13.1 Definition der Temperatur	164
13.2 Gleichverteilungssatz und innere Energie	166
13.3 Zustandsgleichung idealer Gase	167
14 Verteilungsfunktionen	168
14.1 Barometrische Höhenformel	168
14.2 Boltzmanngesetz und Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung	171
15 Hauptsätze der Thermodynamik	176
15.1 Erster Hauptsatz der Thermodynamik	176
15.2 Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik	178
15.3 Ein reversibler Kreisprozeß (Carnotprozeß)	180
15.4 Wirkungsgrad einer Carnotmaschine	183
15.5 Thermodynamische Temperaturskala	185
16 Entropie	186
16.1 Thermodynamische Definition der Entropie	186
16.2 Statistische Herleitung der Entropie	189
17 Thermodynamischen Zustandsänderungen	191
17.1 Thermodynamische Zustandsänderungen idealer Gase	192
17.2 Wärmekapazität	194
17.3 Berechnung von C_v und C_p	196
17.4 Adiabatische Zustandsänderungen	198
18 Reale Gase	200
18.1 Herleitung der Van-der-Waals-Gleichung	201
18.2 Zustands- oder Phasendiagramm von realen Gasen	205
18.3 Verflüssigung von Gasen	210
Teil 5: Atomphysik	216

19 Einführung	217
19.1 Historische Entwicklung der Atommodelle	217
19.2 Emissions- und Absorptionsprozesse	219
19.3 Quantelung	220
20 Entstehung elektromagnetischer Wellen	222
20.1 Verschiedene Strahlungstypen	222
20.2 Temperaturstrahlung des schwarzen Strahlers	224
20.3 Plancks Quantenhypothese	225
20.4 Bohrsches Atommodell	227
20.5 Bremsstrahlung und Synchrotronstrahlung	232
21 Grundlegende Versuche der Atomphysik	233
21.1 Franck-Hertz-Versuch	233
21.2 Spektrallampen	236
21.3 Photoeffekt	236
22 Moderne Anwendungen der Atomphysik	240
22.1 Röntgenstrahlen	240
22.2 Funktionsweise und Aufbau eines Lasers	245
22.3 Anwendungen des Lasers	249
23 Quantenmechanische Beschreibung	251
23.1 Kritik am Bohrschen Atommodell	252
23.2 Grundlagen der Quantenmechanik	253
23.3 Heisenbergsche Unschärferelation	256
23.4 Schrödinger-Gleichung	257
23.5 Quantenzahlen und Pauli-Prinzip	262
23.6 Erfolge der Quantenmechanik	265
Teil 6: Kernphysik	266
24 Der Atomkern	266
24.1 Bestandteile des Kerns	266
24.2 Ordnungszahl Z und Massenzahl A	266
24.3 Isotope	267
24.4 Schalenmodell und Tröpfchenmodell	268
24.5 Kernkräfte	270
24.6 Kernpotential	271
24.7 Massendefekt und Bindungsenergie	273

24.8 Stabilität, Proton/Neutron-Verhältnis	278
25 Kernumwandlungen	279
25.1 Energetik der Kernreaktionen	279
25.2 Kernspaltung und Kernfusion	281
25.3 Radioaktive Strahlung	283
25.4 Radioaktives Zerfallsgesetz	289
26 Wirkung der Kernstrahlung	292
26.1 Wechselwirkungen der einzelnen Strahlungsarten mit Materie	292
26.2 Strahlungseinheiten	294
26.3 Gefährlichkeit der Strahlung für den Menschen	296
26.4 Abschirmmaßnahmen	298
26.5 Nachweismethoden	299
26.6 Strahlenschäden	304
27 Technische Anwendung der Kernphysik	305
27.1 Kernspaltung zur Energieerzeugung	305
27.2 Kernfusion	310
27.3 Anwendung radioaktiver Stoffe	311
28 Elementarteilchen	313
28.1 Fundamentale Wechselwirkungen	314
28.2 Standardmodell der Elementarteilchen	315
Teil 7: Festkörperphysik	318
29 Festkörper	318
29.1 Ionenbindung	319
29.2 Kovalente oder homöopolare Bindung	320
29.3 Metallische Bindung	320
29.4 Kristalltypen	321
29.5 Röntgenstrukturanalyse	323
30 Vom Atom zum Festkörper	324
30.1 Über das Zustandekommen der Energiebänder	324
30.2 Vereinfachte Darstellung des Bändermodells	326

31 Der Halbleiter	328
31.1 Donatoren und Akzeptoren in Halbleitern	328
31.2 p-n Übergang	330
32 Einige Halbleiterbauelemente	333
32.1 Halbleiterdiode	334
32.2 Solarzelle	335
32.3 Bipolarer Transistor	336
32.4 Feldeffekt-Transistor (FET)	339
33 Magnetismus in Festkörpern	340
33.1 Grundgrößen des magnetischen Feldes	340
33.2 Atomarer Ursprung des Magnetismus	342
33.3 Diamagnetismus	343
33.4 Paramagnetismus	344
33.5 Ferromagnetismus	345
34 Supraleitung	347
34.1 Ideale Leitfähigkeit	347
34.2 Meißner-Ochsenfeld-Effekt	350
34.3 BCS-Theorie zur Deutung der Supraleitung	352
34.4 Hoch-Temperatur Supraleiter (HTSL)	354
A Naturkonstanten	356
B Abgeleitete SI Einheiten	357
C SI Vorsilben für Größenordnungen	357
D Periodensystem der Elemente	358
Index	360