

Richard T. Weidner
Robert L. Sells

Elementare moderne Physik

Mit 280 Bildern



Friedr. Vieweg & Sohn Braunschweig / Wiesbaden

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

1 Vorbemerkungen	1
1.1 Das Programm der Physik	1
1.2 Die Erhaltungssätze der Physik	3
1.3 Die klassischen Wechselwirkungen	6
1.4 Elektromagnetische Felder und Wellen	8
1.5 Das Korrespondenzprinzip	10
1.6 Strahlenoptik und Wellenoptik	11
1.7 Teilchen- und Wellenbild in der klassischen Physik	13
1.8 Phasen- und Gruppengeschwindigkeit	21
2 Relativistische Kinematik: Raum und Zeit	24
2.1 Das Relativitätsprinzip	24
2.2 Galilei-Transformation	25
2.3 Invarianz der klassischen Mechanik gegenüber der Galilei-Transformation	27
2.4 Das Versagen der Galilei-Transformation	30
2.5 Das zweite Postulat und die Lorentz-Transformation	37
2.6 Längen- und Zeitintervalle in der Relativitätstheorie	46
2.7 Raum-Zeit-Ereignisse und der Lichtkegel	52
2.8 Das Zwillings-Paradoxon	58
2.9 Zusammenfassung	63
2.10 Aufgaben	64
3 Relativistische Dynamik: Impuls und Energie	70
3.1 Relativistische Masse und relativistischer Impuls	70
3.2 Relativistische Energie	78
3.3 Äquivalenz von Masse und Energie, Systeme von Teilchen	83
3.4 Vierervektor von Impuls und Energie	86
3.5 Spezielle Relativitätstheorie und elektromagnetische Wechselwirkung	90
3.6 Praktische Rechnungen und Einheiten in der relativistischen Mechanik	96
3.7 Zusammenfassung	98
3.8 Aufgaben	99
4 Quanteneffekte: die Teilchennatur der elektromagnetischen Strahlung	103
4.1 Quantelung in der klassischen Physik	103
4.2 Der Photoeffekt	105
4.3 Röntgenstrahlung und Bremsstrahlung	115
4.4 Der Compton-Effekt	119

4.5	Paarbildung und Zerstrahlung	126
4.6	Wechselwirkungen zwischen Photonen und Elektronen	131
4.7	Absorption von Photonen	134
4.8	Zusammenfassung	138
4.9	Aufgaben	139
5	Quanteneffekte: die Wellennatur materieller Teilchen	146
5.1	De Broglie-Wellen	146
5.2	Die Braggsche Gleichung	148
5.3	Röntgen- und Elektronenbeugung	151
5.4	Beweis der Braggschen Gleichung	157
5.5	Komplementarität	159
5.6	Deutung der de Broglie-Wellen als Wahrscheinlichkeit	163
5.7	Die Unschärferelation	167
5.8	Wellenpakete und Geschwindigkeit der de Broglie-Wellen	174
5.9	Quantenmechanische Beschreibung eines Teilchens in einem Kastenpotential	176
5.10	Die Schrödinger-Gleichung	180
5.11	Zusammenfassung	189
5.12	Aufgaben	190
6	Der Bau des Wasserstoffatoms	197
6.1	Streuung von α -Teilchen	197
6.2	Das klassische Planetenmodell	205
6.3	Das Wasserstoffspektrum	207
6.4	Die Bohrsche Theorie des Atombaues	211
6.5	Das Wasserstoffatom und das Korrespondenzprinzip	219
6.6	Erfolge und Grenzen der Bohrschen Theorie	221
6.7	Das Wasserstoffatom und seine Wellenfunktionen nach der Schrödinger-Gleichung	221
6.8	Der Elektronenstoßversuch von Franck und Hertz	226
6.9	Zusammenfassung	229
6.10	Aufgaben	229
7	Atome mit mehreren Elektronen	236
7.1	Die Bewegungskonstanten eines klassischen Systems	236
7.2	Quantelung des Bahndrehimpulses	239
7.3	Wasserstoffähnliche Atome	244
7.4	Richtungsquantelung	248
7.5	Der normale Zeeman-Effekt	253
7.6	Elektronenspin	256
7.7	Der Stern-Gerlach-Versuch	262
7.8	Das Pauli-Prinzip und das Periodensystem der Elemente	264
7.9	Charakteristische Röntgenspektren	272
7.10	Zusammenfassung	277
7.11	Aufgaben	279

8 Kernphysikalische Meßgeräte und Teilchenbeschleuniger	283
8.1 Ionisation und Absorption der Kernstrahlung	284
8.2 Detektoren	287
8.3 Teilchenspurdetektoren	294
8.4 Messung von Geschwindigkeit, Impuls und Masse der Teilchen	300
8.5 Teilchenbeschleuniger	305
8.6 Zusammenfassung	318
8.7 Aufgaben	319
9 Kernbau	328
9.1 Kernbausteine	329
9.2 Kräfte zwischen Nukleonen	331
9.3 Deuteronen	333
9.4 Stabile Kerne	336
9.5 Kernradien	339
9.6 Bindungsenergie stabiler Kerne	341
9.7 Kernmodelle	344
9.8 Zerfall instabiler Kerne	349
9.9 γ -Zerfall	352
9.10 α -Zerfall	355
9.11 β -Zerfall	359
9.12 Natürliche Radioaktivität	371
9.13 Zusammenfassung	376
9.14 Aufgaben	378
10 Kernreaktionen	382
10.1 Kernumwandlungen	382
10.2 Energetik der Kernreaktionen	385
10.3 Erhaltung des Impulses bei Kernreaktionen	387
10.4 Wirkungsquerschnitt	392
10.5 Zwischenkerne und Energieniveaus der Kerne	396
10.6 Freie Neutronen; Erzeugung, Nachweis, Messung und Moderation	403
10.7 Kernspaltung	406
10.8 Kernreaktoren	410
10.9 Kernfusion	413
10.10 Zusammenfassung	414
10.11 Aufgaben	416
11 Elementarteilchen	419
11.1 Elektromagnetische Wechselwirkung	419
11.2 Fundamentale Wechselwirkungen	429
11.3 Fundamentale Teilchen und ihre Eigenschaften	436
11.4 Universelle Erhaltungssätze	440
11.5 Zusätzliche Erhaltungssätze bei der starken und der elektromagnetischen Wechselwirkung	445
11.6 Resonanzteilchen	459
11.7 Quarks, Bausteine der Hadronen	464
11.8 Aufgaben	468

12 Molekular- und Festkörperphysik	472
12.1 Molekülbindung	472
12.2 Rotationen und Schwingungen der Moleküle	478
12.3 Statistische Verteilungsgesetze	484
12.4 Anwendung der Maxwell-Boltzmann-Verteilung auf ein ideales Gas	489
12.5 Anwendung der Maxwell-Boltzmann-Verteilung auf die Wärmekapazität eines zweiatomigen Gases	492
12.6 Laser	496
12.7 Strahlung des schwarzen Körpers	500
12.8 Quantentheorie der Wärmekapazität eines Festkörpers	506
12.9 Elektronentheorie der Metalle	512
12.10 Bändermodell des Festkörpers: Leiter, Isolatoren und Halbleiter	518
12.11 Zusammenfassung	527
12.12 Aufgaben	529
13 Anhang	532
13.1 Häufig verwendete physikalische Konstanten	532
13.2 Tabelle der wichtigsten Nuklide	532
13.3 Lösungen der ungeradzahligten Aufgaben	535
Namen- und Sachwortverzeichnis	540