

Moderne Physik

von

Paul A. Tipler und Ralph A. Liewellyn

Aus dem Englischen von Dr. Anna Schleitzer

Bearbeitet von

Prof. Dr. Gerd Czycholl

Prof. Dr. Cornelius Noack

Prof. Dr. Udo Strohm

2., verbesserte und aktualisierte Auflage

Oldenbourg Verlag München

Inhaltsverzeichnis

I	Relativitätstheorie und Quantenmechanik: Die Grundlagen der modernen Physik	1
1	Relativitätstheorie I	3
1.1	Die experimentellen Grundlagen der Relativitätstheorie	4
1.2	Die Einstein'schen Postulate	13
1.3	Die Lorentz-Transformation	21
1.4	Zeitdilatation und Längenkontraktion	34
1.5	Der Doppler-Effekt	49
1.6	Das Zwillings-Paradoxon und andere Überraschungen	54
	Zusammenfassung	66
2	Relativitätstheorie II	79
2.1	Der relativistische Impuls	80
2.2	Die relativistische Energie	86
2.3	Die Umwandlung von Masse in Energie und die Bindungsenergie	99
2.4	Die invariante Masse	103
2.5	Allgemeine Relativitätstheorie	120
	Zusammenfassung	135
3	Die Quantelung von Ladung, Licht und Energie	145
3.1	Die Quantelung der elektrischen Ladung	145
3.2	Die Strahlung des schwarzen Körpers	150
3.3	Der photoelektrische Effekt	160
3.4	Röntgenstrahlen und Compton-Effekt	167
	Zusammenfassung	176

4	Frühe Atommodelle	185
4.1	Atomspektren	187
4.2	Das Rutherford'sche Atommodell	189
4.3	Das Bohr'sche Modell des Wasserstoffatoms	201
4.4	Röntgenspektren	214
4.5	Der Versuch von Franck und Hertz	220
	Zusammenfassung	225
5	Die Welleneigenschaften von Teilchen	237
5.1	Die de-Broglie-Hypothese	237
5.2	Wellenlängen von Teilchen	239
5.3	Wellenpakete	253
5.4	Die Wahrscheinlichkeitsinterpretation der Wellenfunktion	260
5.5	Die Unschärferelation	264
5.6	Einige Folgen der Unschärferelation	267
5.7	Der Welle-Teilchen-Dualismus	272
	Zusammenfassung	273
6	Die Schrödingergleichung	283
6.1	Die eindimensionale Schrödingergleichung	284
6.2	Das Teilchen im Kastenpotenzial mit unendlich hohen Wänden	292
6.3	Das Teilchen im Kastenpotenzial mit endlich hohen Wänden	303
6.4	Erwartungswerte und Operatoren	308
6.5	Der einfache harmonische Oszillator	312
6.6	Reflexion und Transmission von Wellen	318
	Zusammenfassung	331
7	Atomphysik	341
7.1	Die dreidimensionale Schrödingergleichung	341
7.2	Die Quantelung des Drehimpulses und der Energie im Wasserstoffatom	345
7.3	Die Wasserstoff-Wellenfunktionen	354
7.4	Der Elektronenspin	359
7.5	Der Gesamtdrehimpuls und der Spin-Bahn-Effekt	367
7.6	Die Schrödingergleichung für zwei (oder mehr) Teilchen	373

7.7	Die Grundzustände der Atome: Das Periodensystem der Elemente	375
7.8	Angeregte Zustände und Atomspektren	381
7.9	Der Zeeman-Effekt	384
	Zusammenfassung	393
8	Statistische Physik	405
8.1	Klassische Statistik: Ein Überblick	406
8.2	Quantenstatistik	422
8.3	Die Bose-Einstein-Kondensation	430
8.4	Photonengas und Oszillatoren: Anwendungen der Bose-Einstein-Statistik	443
8.5	Die Eigenschaften eines Fermionengases	452
	Zusammenfassung	459
II	Anwendungen	467
9	Molekülstruktur und Molekülspektren	469
9.1	Die ionische Bindung	470
9.2	Die kovalente Bindung	476
9.3	Andere Bindungsmechanismen	494
9.4	Energieniveaus und Spektren zweiatomiger Moleküle	499
9.5	Streuung, Absorption und induzierte Emission	511
9.6	Laser und Maser	518
	Zusammenfassung	529
10	Festkörperphysik	541
10.1	Die Struktur von Festkörpern	541
10.2	Die klassische Theorie der elektrischen Leitung	553
10.3	Das Elektronengasmodell	557
10.4	Die Quantentheorie der Leitfähigkeit	563
10.5	Magnetismus in Festkörpern	568
10.6	Die Bändertheorie der Festkörper	572
10.7	Dotierte Halbleiter	581
10.8	Halbleiterübergänge und Halbleiterbauelemente	589

10.9	Supraleitung	597
	Zusammenfassung	611
11	Kernphysik	623
11.1	Der Aufbau des Atomkerns	625
11.2	Eigenschaften von Kernen im Grundzustand	626
11.3	Radioaktivität	642
11.4	Alpha-, Beta- und Gammazerfall	645
11.5	Die Kernkraft	659
11.6	Das Schalenmodell	668
11.7	Kernreaktionen	673
11.8	Kernspaltung und Kernfusion	684
11.9	Anwendungen	698
	Zusammenfassung	714
12	Teilchenphysik	731
12.1	Grundlegende Konzepte	732
12.2	Die fundamentalen Wechselwirkungen und ihre Vermittlerteilchen	743
12.3	Erhaltungssätze und Symmetrien	756
12.4	Das Standardmodell	769
12.5	Jenseits des Standardmodells	786
	Zusammenfassung	793
13	Astrophysik und Kosmologie	805
13.1	Die Sonne	805
13.2	Die Sterne	819
13.3	Die Entwicklung der Sterne	831
13.4	Kataklysmen	837
13.5	Endzustände der Sterne	841
13.6	Galaxien	848
13.7	Kosmologie und Gravitation	860
13.8	Kosmologie und die Evolution des Universums	862
	Zusammenfassung	877

Inhaltsverzeichnis	XIX
Anhang A	887
Isotope, Halbwertszeiten und Zerfallswege	887
Anhang B	903
B.1 Wahrscheinlichkeitsintegrale	903
B.2 Binomische Reihen und Potenzreihen	905
B.3 Elementarzellen der Kristallgitter	906
Anhang C	909
Elektronenkonfiguration der Elemente	909
Anhang D	913
Physikalische Konstanten	913
Anhang E	919
Nobelpreise für Physik	919
Lösungen ausgewählter Aufgaben	931
Register	939