

Atomphysik

Eine Einführung

Von Dr. rer. nat. Theo Mayer-Kuckuk
em. o. Professor an der Universität Bonn

5., durchgesehene und erweiterte Auflage
Mit 138 Figuren, 7 Tabellen und 1 Spektraltafel



B. G. Teubner Stuttgart 1997

Inhalt

Die Grundlagen

1.1	Einleitung: Was ist Atomphysik?	9
1.2	Fundamentale Experimente	12
1.3	Die Quantelung der Energie	19
1.4	Spektroskopie, praktische Einheiten	22
1.5	Grenzen der klassischen Beschreibung, Bohrsches Modell	25

Teilchen und Wellen

2.1	Teilcheninterferenzen	29
2.2	Wellenpakete, Unschärferelation	34
2.3	Die Schrödinger-Gleichung	40
2.4	Einfachste Anwendungen: Rechteckpotential, harmonischer Oszillator	51

Einfache Zustände des Wasserstoffatoms

3.1	Die Schrödinger-Gleichung im Zentralfeld	59
3.2	Eigenzustände des Wasserstoffatoms	67
3.3	Eigenschaften des Drehimpulses	71
3.4	Diskussion der Wasserstoff-Wellenfunktionen	76

Magnetfeld und Spin des Elektrons

4.1	Magnetische Momente	84
4.2	Der Spin des Elektrons	87
4.3	Formale Beschreibung des Spins	89
4.4	Relativistische Behandlung des Elektrons	94

Vollständige Beschreibung des Wasserstoffspektrums

5.1	Spin-Bahn-Kopplung	96
5.2	Die Feinstruktur	100
5.3	Die Hyperfeinstruktur	107
5.4	Quantenelektrodynamische Effekte, Lamb-Shift	110

Die Emission von Lichtquanten

6.1	Empirisches zu den Auswahlregeln und den Eigenschaften der Quanten	117
6.2	Der Zeeman-Effekt. Weiteres zu den Lichtquanten	119
6.3	Übergangswahrscheinlichkeiten, induzierte und spontane Emission	129
6.4	Die Lebensdauer angeregter Zustände und die Breite von Spektrallinien	138

Inhalt

7 Identische Teilchen

7.1 Fermionen und Bosonen	143
7.2 Fermionensysteme, Pauli-Prinzip	149
7.3 Das Heliumatom	155

8 Atome mit mehreren Elektronen

8.1 Modelle mit unabhängigen Teilchen	161
8.2 Das Schalenmodell der Hülle	166
8.3 Röntgenspektren	175
8.4 Spektren komplexer Atome	180

9 Die Wechselwirkung der Elektronenhülle mit magnetischen und elektrischen Feldern

9.1 Hyperfeinstruktur komplexer Atome	192
9.2 Atome im äußeren Magnetfeld	199
9.3 Die magnetische Aufspaltung der Hyperfeinstruktur-Terme	201
9.4 Der Stark-Effekt	208

10 Kohärente und inkohärente Strahlungsquellen

10.1 Systeme mit vielen Bosonen	209
10.2 Hohlraumstrahlung	212
10.3 Maser und Laser	217

11 Ungewöhnliche Atome

11.1 Allgemeines	227
11.2 Positronium und Myonium	231
11.3 Myonische Atome	236
11.4 Hadronische Atome	240

12 Gebundene Atome

12.1 Übersicht	244
12.2 Die Ionenbindung	246
12.3 Das Wasserstoffmolekül, die kovalente Bindung	249
12.4 Molekülanregungen	256
12.5 Elektronenzustände im Festkörper	260

Anhang A1. Komplexe Zahlen; Beschreibung der ebenen Welle	265
---	-----

Anhang A 2. Vergleich verschiedener Darstellungsformen

der quantenmechanischen Größen	268
--------------------------------	-----

Literaturverzeichnis	271
----------------------	-----

Sachverzeichnis	272
-----------------	-----

Spektraltafel	82
---------------	----