

Inhalt

Einleitung

1.	Gesetzmäßigkeiten in atomaren Dimensionen	
1.1.	Diskrete Energiewerte und Frequenzgesetz	13
1.2.	Welle-Teilchen-Dualismus	16
1.3.	Quantenmechanik und Unschärferelation	20
1.4.	Äquivalenz von Masse und Energie	23
2.	Elementarteilchen	
2.1.	Allgemeines	25
2.2.	Bestimmung von Ladung und Masse für Elektron, Proton und Neutron	27
2.2.1.	Ladung	27
2.2.2.	Masse	29
2.3.	Spin	31
2.3.1.	Eigendrehimpuls und magnetisches Moment aus der Sicht der klassischen Physik	31
2.3.1.1.	Eigendrehimpuls	31
2.3.1.2.	Magnetisches Moment	31
2.3.1.3.	Rotierender magnetischer Dipol	34
2.3.2.	Spin von Elektron, Proton und Neutron	34
2.3.3.	Richtungsquantelung	37
3.	Atomkerne	
3.1.	Allgemeines	39
3.2.	Bestimmung von Ladung, Radius und Masse	43
3.2.1.	Streuversuche mit α -Teilchen	43
3.2.2.	Atommasse und Massenspektrometer	43
3.3.	Massendefekt und Kernbindungsenergie	46

3.4.	Isotope und ihre Anwendung in der Chemie	49
3.4.1.	Methoden zur Isotopentrennung	50
3.4.2.	Markierte Verbindungen	52
3.5.	Kernspin und Kernresonanz.	54
3.5.1.	Spin und magnetisches Moment der Kerne	54
3.5.2.	Kernresonanz	57
3.6.	Kernumwandlungen	61
3.6.1.	Kernreaktionen	61
3.6.2.	Spontane Kernumwandlungen	63
3.7.	γ -Quantenemission der Kerne	67
3.7.1.	Kernspektrum	67
3.7.2.	MÖSSBAUER-Effekt	69
4.	Empirisches zur Elektronenhülle der Atome und Böhrsches Atommodell	
4.1.	Stoßversuche von FRANCK und HERTZ	75
4.2.	Atomspektren	77
4.2.1.	Allgemeines zur Untersuchung von Spektren	77
4.2.2.	Spektrum des H-Atoms	81
4.3.	Modell des H-Atoms von BOHR.	84
5.	Quantenmechanische Behandlung des Elektrons im H-Atom	
5.1.	Aufenthaltswahrscheinlichkeit und Aufenthaltswahrscheinlich- keitsdichte	89
5.2.	SCHRÖDINGER-Gleichung.	91
5.2.1.	Eigenwerte und Eigenfunktionen	91
5.2.1.1.	Eigenwerte und Eigenfunktionen bei einer gewöhnlichen Diffe- rentialgleichung	91
5.2.1.2.	Eigenwerte und Eigenfunktionen bei einer partiellen Differen- tialgleichung	94
5.2.2.	SCHRÖDINGER-Gleichung.	97
5.2.3.	Einfaches Anwendungsbeispiel	99
5.3.	Lösung der SCHRÖDINGER-Gleichung für das H-Atom	103
5.3.1.	Separation der SCHRÖDINGER-Gleichung	103
5.3.2.	Lösung der drei gewöhnlichen Differentialgleichungen	106
5.3.3.	Normierung der Eigenfunktionen	109
5.4.	Energiewerte und Zustandsfunktionen des H-Atoms	111
5.4.1.	Energiewerte	111

5.4.2.	Zustandsfunktionen	112
5.4.3.	Graphische Darstellung der Zustandsfunktionen	117
5.5.	Entartung und Linearkombinationen	121
5.6.	Drehimpuls, magnetisches Verhalten, Spin	126
5.6.1.	Drehimpuls	126
5.6.2.	Magnetisches Moment	129
5.6.3.	STERN-GERLACH-Versuch	131
5.6.4.	Spin	131
5.6.5.	Zusammenfassung	133
5.7.	Operatoren und Eigenwertgleichungen	133
6.	Quantenmechanische Behandlung der Elektronenhülle höherer Atome	
6.1.	SCHRÖDINGER-Gleichung für ein Mehrelektronenproblem	141
6.2.	Höhere Atome in einfachster Näherung	144
6.3.	Höhere Atome in Abschirmfeldnäherung	150
6.4.	Periodensystem der Elemente	159
6.5.	Ununterscheidbarkeit gleichartiger Teilchen	165
6.5.1.	Berücksichtigung des Elektronenspins	166
6.5.2.	Berücksichtigung der Ununterscheidbarkeit	167
6.6.	Bahndrehimpuls und Spin der Elektronengesamtheit	171
6.6.1.	Eigenwertgleichungen, Eigenwerte und Eigenfunktionen.	171
6.6.2.	Die Quantenzahlen L , S , M_L , M_S der Zustandsfunktionen in Ab- schirmfeldnäherung	174
6.6.3.	Ermittlung der Quantenzahlen L und S	178
6.6.4.	Elektronenkonfigurationen und die Quantenzahlen L und S	181
6.7.	Berücksichtigung der Elektronen-Restwechselwirkung und der Spin-Bahn-Kopplung	183
6.7.1.	Störungsrechnung	183
6.7.2.	Grundzustand des Helium-Atoms	185
6.7.3.	Grobstruktur des Energieniveauschemas	187
6.7.4.	Feinstruktur des Energieniveauschemas	190
6.7.5.	Zusammenfassung	193
6.8.	Termschemata und optische Spektren der Atome	195
6.8.1.	Grundterme	195
6.8.2.	Optische Spektren	196
6.9.	Röntgenspektren und Elektronenspektren	203
6.9.1.	Röntgenspektren	203
6.9.2.	Elektronenspektren	207

6.10.	Atome im magnetischen und elektrischen Feld	208
6.10.1.	Magnetisches Moment	208
6.10.2.	Atome im Magnetfeld	210
6.10.2.1.	Termaufspaltung im Magnetfeld (ZEEMAN-Effekt)	210
6.10.2.2.	Elektronenresonanz	211
6.10.3.	Atome im elektrischen Feld (STARK-Effekt)	213
7.	Literatur	
8.	Anhang	
I.	Induktiver Weg zur SCHRÖDINGER-Gleichung	217
II.	Kugelkoordinaten	218
III.	Zur Lösung der Differentialgleichung (5.3-20)	222
IV.	Zur Lösung der Differentialgleichung (5.3-27)	225
V.	Wichtige physikalische Konstanten	228
9.	Sachregister	