

Arthur Beiser

# *ATOME, MOLEKÜLE, FESTKÖRPER*

Mit 230 Bildern

**V**

Friedr. Vieweg & Sohn Braunschweig Wiesbaden

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Teilcheneigenschaften von Wellen.</b>	<b>1</b>	<b>6. Anwendungen der Quantenmechanik</b>	<b>60</b>
1.1 Der photoelektrische Effekt	1	6.1 Das Teilchen im Kasten: Quantisierung der Energie	60
1.2 Die Quantentheorie des Lichts	2	6.2 Das Teilchen im Kasten: Wellenfunktionen	61
1.3 Röntgenstrahlen	4	6.3 Das Teilchen im Kasten: Quantisierung des Impulses	63
1.4 Die Beugung von Röntgenstrahlen	7	6.4 Das Teilchen in einem endlichen Potentialtopf	64
1.5 Der Comptoneffekt	9	6.5 Der harmonische Oszillator	64
1.6 Rotverschiebung im Gravitationsfeld	11	6.6 Der harmonische Oszillator: Energieniveaus	67
1.7 Aufgaben	13	6.7 Der harmonische Oszillator: Wellenfunktionen	68
<b>2. Welleneigenschaften von Teilchen</b>	<b>14</b>	6.8 Das Teilchen in einem dreidimensionalen Kasten	69
2.1 De Broglie-Wellen	14	6.9 Aufgaben	71
2.2 Die Wellenfunktion	14	<b>7. Quantentheorie des Wasserstoffatoms</b>	<b>72</b>
2.3 Die Geschwindigkeit der de Broglie-Welle	15	7.1 Die Schrödinger-Gleichung des Wasserstoffatoms	72
2.4 Gruppen- und Phasengeschwindigkeiten	16	7.2 Separation der Variablen	72
2.5 Die Streuung von Teilchen	18	7.3 Quantenzahlen	73
2.6 Das Unschärfeprinzip	20	7.4 Gesamtquantenzahl	74
2.7 Anwendungen des Unschärfeprinzips	23	7.5 Orbital-Quantenzahl	74
2.8 Die Qualität von Welle und Teilchen	24	7.6 Magnetische Quantenzahl	76
2.9 Aufgabe	26	7.7 Der normale Zeemann-Effekt	78
<b>3. Atomstruktur</b>	<b>27</b>	7.8 Der Drehimpuls	79
3.1 Atommodelle	27	7.9 Die Wahrscheinlichkeitsdichte des Elektrons	81
3.2 Das Thomson-Modell	28	7.10 Aufgaben	86
3.3 $\alpha$ -Teilchen-Streuung	30	<b>8. Atome mit mehreren Elektronen</b>	<b>87</b>
3.4 Die Rutherford'sche Streuformel	32	8.1 Der Spin des Elektrons	87
3.5 Die Größe der Kerne	34	8.2 Spin-Bahn-Kopplung	89
3.6 Elektronenbahnen	35	8.3 Das Ausschließungsprinzip	90
3.7 Das Versagen der klassischen Physik	36	8.4 Elektronenfigurationen	92
3.8 Aufgaben	37	8.5 Das Periodensystem der Elemente	93
<b>4. Das Bohrsche Atommodell</b>	<b>38</b>	8.6 Die Hund'sche Regel	97
4.1 Atomspektren	38	8.7 Der Gesamtdrehimpuls	97
4.2 Das Bohrsche Atom	40	8.8 LS-Kopplung	99
4.3 Energieniveaus und Spektren	42	8.9 jj-Kopplung	100
4.4 Anregung von Atomen	43	8.10 Aufgaben	100
4.5 Das Experiment von Franck und Hertz	44	<b>9. Atomspektren</b>	<b>102</b>
4.6 Das Korrespondenzprinzip	45	9.1 Der Ursprung der Spektrallinien	102
4.7 Kernbewegung und reduzierte Masse	46	9.2 Auswahlregeln	103
4.8 Wasserstoffähnliche Atome	47	9.3 Spektren von Eielektronensystemen	105
4.9 Aufgaben	48	9.4 Spektren von Systemen mit zwei Elektronen	106
<b>5. Die Schrödinger-Gleichung</b>	<b>49</b>	9.5 Röntgenspektren	107
5.1 Quantenmechanik	49	9.6 Aufgaben	109
5.2 Die Wellenfunktion	49	<b>10. Die chemische Bindung</b>	<b>110</b>
5.3 Die Wellengleichung	50	10.1 Bildung von Molekülen	110
5.4 Schrödinger-Gleichung: zeitabhängige Form	52	10.2 Kovalente Bindung	110
5.5 Der Wahrscheinlichkeitsstrom	53	10.3 Da-Hj-Ion	111
5.6 Erwartungswerte	54		
5.7 Operatoren	55		
5.8 Schrödinger-Gleichung: stationäre Zustände	57		
5.9 Eigenwerte und Eigenfunktionen	57		
<b>5.10 Aufgaben</b>	<b>59</b>		

10.4	Die LCAO-Methode. . . . .	116	15.	<b>Bindung in Festkörpern.</b> . . . . .	<b>182</b>
10.5	Das $H_2$ -Molekül. . . . .	119	15.1	Amorphe Festkörper. . . . .	182
10.6	Die Ionenbindung. . . . .	120	15.2	Ionenkristalle. . . . .	183
10.7	Aufgaben. . . . .	123	15.3	Kovalente Kristalle. . . . .	185
11.	<b>Molekülstruktur.</b> . . . . .	<b>124</b>	15.4	Van der Waalssche Kräfte. . . . .	186
11.1	Verschiedene Theorien. . . . .	124	15.5	Die Wasserstoff brücken. . . . .	187
11.2	Die Valenz-Bindungs-Methode. . . . .	124	15.6	Die metallische Bindung. . . . .	188
11.3	Molekülorbitale. . . . .	125	15.7	Ein-und zweidimensionale Kristalle. . . . .	190
11.4	Elektronegativität . . . . .	131	15.8	Aufgaben. . . . .	194
11.5	Mehratomige Moleküle. . . . .	133	16.	<b>Kristallstruktur.</b> . . . . .	<b>195</b>
11.6	Hybrid-Orbitale. . . . .	134	16.1	Bravais-Gitter. . . . .	195
11.7	Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen. . . . .	136	16.2	Einige Kristallstrukturen . . . . .	197
11.8	Der Benzol-Ring . . . . .	137	16.3	Atomradien. . . . .	200
11.9	Aufgaben. . . . .	140	16.4	Punktdefekte. . . . .	203
12.	<b>Molekülspektren.</b> . . . . .	<b>141</b>	16.5	Versetzungen. . . . .	205
12.1	Energieniveaus der Rotation: Zweiatomige Moleküle. . . . .	141	16.6	Aufgaben. . . . .	208
12.2	Energieniveaus der Rotation: Mehratomige Moleküle. . . . .	143	17.	<b>Spezifische Wärme von Festkörpern.</b> . . . . .	<b>209</b>
12.3	Rotationsspektren. . . . .	144	17.1	Thermische Schwingungen: Frequenzen . . . . .	209
12.4	Isotopieeffekte. . . . .	146	17.2	Thermische Schwingungen: Amplituden . . . . .	210
12.5	Schwingungen zweiatomiger Moleküle: Energieniveaus. . . . .	147	17.3	Spezifische Wärme von Festkörpern. . . . .	211
12.6	Energieniveaus mehratomiger Moleküle . . . . .	149	17.4	Die Einsteinsche Theorie. . . . .	212
12.7	Rotations-Schwingungs-Spektren. . . . .	151	17.5	Die Theorie von Debye. . . . .	213
12.8	Elektronenspektren. . . . .	153	17.6	Die Fermi-Energie. . . . .	215
12.9	Aufgaben. . . . .	158	17.7	Die Verteilung der Elektronenenergien . . . . .	217
13.	<b>Statistische Mechanik.</b> . . . . .	<b>159</b>	17.8	Spezifische Wärme der Elektronen. . . . .	218
13.1	Der Phasenraum. . . . .	159	17.9	Aufgaben. . . . .	219
13.2	Die Wahrscheinlichkeit einer Verteilung . . . . .	161	18.	<b>Bändertheorie des Festkörpers.</b> . . . . .	<b>220</b>
13.3	Die wahrscheinlichste Verteilung. . . . .	161	18.1	Energiebänder. . . . .	220
13.4	Die Maxwell-Boltzmann-Statistik. . . . .	163	18.2	Dotierte Halbleiter. . . . .	221
13.5	Molekülgeschwindigkeiten. . . . .	165	18.3	Das Ohmsche Gesetz. . . . .	223
13.6	Rotationsspektren. . . . .	167	18.4	Brillouin-Zonen. . . . .	225
13.7	Aufgaben. . . . .	169	18.5	Verbotene Energiebänder. . . . .	227
14.	<b>Quantenstatistik.</b> . . . . .	<b>170</b>	18.6	Elektrischer Widerstand. . . . .	231
14.1	Die Bose-Einstein-Statistik. . . . .	170	18.7	Die effektive Masse. . . . .	231
14.2	Hohlraumstrahlung. . . . .	171	18.8	Aufgaben. . . . .	234
14.3	Die Formel von Rayleigh und Jeans. . . . .	173	Sachwortverzeichnis. . . . .	235	
14.4	Die Plancksche Strahlungsformel. . . . .	175			
14.5	Die Fermi-Dirac-Statistik . . . . .	176			
14.6	Vergleich der Ergebnisse. . . . .	177			
14.7	Übergänge zwischen Zuständen. . . . .	178			
14.8	Maser und Laser. . . . .	180			
14.9	Aufgaben. . . . .	181			