

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Experimentelle und theoretische Grundlagen der Quantenphysik ...</b>	<b>1</b>
1.1	Das Teilchenbild .....	1
1.1.1	Grundgleichungen der Punktmechanik .....	1
1.1.2	Der Photoeffekt .....	3
1.1.3	Photoelektronenspektroskopie* .....	7
1.1.4	Der Comptoneffekt .....	10
1.1.5	Comptonspektroskopie* .....	13
1.1.6	Aufgaben .....	17
1.2	Das Wellenbild .....	18
1.2.1	Wellengleichungen .....	18
1.2.2	Elektromagnetische Wellen .....	22
1.2.3	Beugung .....	24
1.2.4	Das Auflösungsvermögen des Gitterspektrographen .....	25
1.2.5	Elektronenbeugung .....	27
1.2.6	LEED* .....	32
1.2.7	Wellenpaket mit Gaußverteilung .....	34
1.2.8	Aufgaben .....	37
1.3	Die Hohlraumstrahlung und Gitterschwingungen .....	38
1.3.1	Thermodynamik der Hohlraumstrahlung .....	38
1.3.2	Das Emissions- und Absorptionsvermögen eines Dipols* ..	42
1.3.3	Die Plancksche Strahlungsformel .....	44
1.3.4	Spezifische Wärme fester Körper .....	47
1.3.5	III. Hauptsatz der Thermodynamik .....	51
1.3.6	Aufgaben .....	52
1.4	Atomspektren .....	53
1.4.1	Das Ritzsche Kombinationsprinzip .....	53
1.4.2	Das Bohrsche Atommodell .....	55
1.4.3	Der Franck-Hertz-Versuch .....	57
1.4.4	Die Bohr-Sommerfeldsche Quantenbedingung .....	58
1.4.5	Das Moseleysche Gesetz .....	62
1.4.6	Elektronenstrahlmikroanalyse* .....	63

1.4.7	Aufgaben	66
1.5	Teilchen-Wellen-Dualismus	67
1.5.1	Vereinigung von Teilchen- und Wellenbild	67
1.5.2	Die Schrödingergleichung	69
1.5.3	Die Bedeutung der Wellenfunktion	70
1.5.4	Die Beobachtbarkeit von Teilchen- und Welleneigenschaften	72
1.5.5	Aufgaben	74
2	<b>Stationäre Zustände</b>	77
2.1	Die zeitunabhängige Schrödingergleichung	77
2.1.1	Energieerhaltung	77
2.1.2	Eindimensionale Probleme	78
2.1.3	Eigenschaften der Eigenfunktionen	79
2.1.4	Hermiteische Operatoren	81
2.1.5	Orthogonalität und Vollständigkeit	81
2.1.6	Aufgaben	83
2.2	Gebundene Zustände	84
2.2.1	Rechteckiger Potentialtopf	84
2.2.2	Der harmonische Oszillator	91
2.2.3	Bewegung im beliebigen Potentialtopf	96
2.2.4	Aufgaben	100
2.3	Streuzustände	101
2.3.1	Freie Teilchen	101
2.3.2	Das Streuproblem	104
2.3.3	Streuung am Potentialtopf	106
2.3.4	Der Tunneleffekt	110
2.3.5	Streuphasen*	112
2.3.6	Aufgaben	116
2.4	Näherungsverfahren	116
2.4.1	Extremaleigenschaften	117
2.4.2	Ritzsches Variationsverfahren	120
2.4.3	Störungsrechnung	123
2.4.4	Aufgaben	124
3	<b>Darstellung und Zeitablauf physikalischer Größen</b>	125
3.1	Darstellung physikalischer Größen	125
3.1.1	Erwartungswert des Ortes und des Impulses	125
3.1.2	Erwartungswerte physikalischer Größen	127
3.1.3	Eigenwerte und Eigenzustände	128
3.1.4	Aufgaben	130
3.2	Zeitablauf physikalischer Größen	130
3.2.1	Allgemeine zeitabhängige Lösung der Schrödingergleichung	130
3.2.2	Zeitliche Änderung von Erwartungswerten	131

3.2.3	Erhaltungsgrößen	132
3.2.4	Ehrenfestsche Sätze	134
3.2.5	Die Heisenbergsche Unbestimmtheitsrelation	136
3.2.6	Ausbreitung eines Wellenpaketes	138
3.2.7	Die Energie-Zeit-Unschärfe	140
3.2.8	Aufgaben	141
3.3	Quasistationäre Zustände	142
3.3.1	Die Zerfallswahrscheinlichkeit	142
3.3.2	Die Energie-Zeit-Unschärfe beim Zerfall	144
3.3.3	Der $\alpha$ -Zerfall	146
3.3.4	Aufgaben	149
<b>4</b>	<b>Das Wasserstoffatom</b>	<b>151</b>
4.1	Das Wasserstoffspektrum	151
4.1.1	Das Niveauschema	151
4.1.2	Atomare Einheiten	155
4.1.3	Die Mitbewegung des Kerns	157
4.1.4	Aufgaben	158
4.2	Der Bahndrehimpuls	159
4.2.1	Erhaltungsgrößen im Zentralkraftfeld	159
4.2.2	Bahndrehimpulsoperatoren	162
4.2.3	Eigenfunktionen und Eigenwerte von $\hat{L}_z$	164
4.2.4	Eigenfunktionen und Eigenwerte von $\hat{L}^2$	165
4.2.5	Aufgaben	167
4.3	Die radiale Bewegung	168
4.3.1	Die Schrödingergleichung für den Radialteil	168
4.3.2	Der Radialteil der Wellenfunktion	169
4.3.3	Der Radialteil der Wellenfunktion beim Wasserstoffatom	171
4.3.4	Bewegung im Zentralkraftfeld	176
4.3.5	Aufgaben	179
4.4	Der Elektronenspin	180
4.4.1	Magnetisches Moment einer rotierenden Ladung	180
4.4.2	Der Stern-Gerlach-Versuch	181
4.4.3	Der Einstein-de-Haas-Effekt	184
4.4.4	Drehimpuls und magnetische Momente	186
4.4.5	Aufgaben	187
<b>5</b>	<b>Drehimpulsoperatoren</b>	<b>189</b>
5.1	Drehoperator	189
5.2	Drehung eines Vektors	191
5.3	Drehung eines skalaren Feldes	192
5.4	Vertauschung von Drehungen	194
5.5	Vertauschungsrelationen	195
5.6	Drehimpuls-Eigenfunktionen	197
5.7	Umklapp-Operatoren	198

5.8	Eigenwerte von $\hat{\mathbf{J}}^2$ .....	199
5.9	Aufgaben .....	200
<b>6</b>	<b>Tabellenanhang</b> .....	<b>201</b>
	<b>Sachverzeichnis</b> .....	<b>207</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>211</b>