
Inhaltsverzeichnis

1	Postulate der Quantenmechanik	1
1.1	Die Planck'sche Relation	2
1.2	Wahrscheinlichkeitsinterpretation	3
1.3	Messgrößen	4
1.4	Die Schrödinger-Gleichung	8
1.5	Alternative Herleitung der Schrödinger-Gleichung	9
1.6	Zusammenfassung und Antworten	11
1.7	Aufgaben	12
2	Grundlagen	13
2.1	Eigenschaften der Wellenfunktionen	13
2.2	Wahrscheinlichkeitsstrom	15
2.3	Verbindung zu klassischen Observablen: Das Ehrenfest'sche Theorem	16
2.4	Energie-Zeit-Unschärfe	17
2.5	Vollständige Sätze kommutierender Operatoren	18
2.6	Anmerkungen zum Messprozess	19
2.7	Das ERP-Paradoxon und die Bell'sche Ungleichung	20
2.8	Zur zeitlichen Entwicklung quantenmechanischer Systeme	23
2.9	Eine Anmerkung zu den Einheiten	24
2.10	Zusammenfassung und Antworten	25
2.11	Aufgaben	26
3	Eindimensionale Probleme	27
3.1	Potentialtopf	27
3.2	Potentialbarriere	30
3.3	Harmonischer Oszillator	31
3.4	Kohärente Zustände	36
3.5	Zusammenfassung und Antworten	38
3.6	Aufgaben	39
4	Dreidimensionale Probleme	41
4.1	Anmerkungen zur Parität	42
4.2	Der quantenmechanische Bahndrehimpuls	42

4.3	Zweiteilchensysteme	47
4.4	Rotationssymmetrische Probleme	48
4.5	Potentiale endlicher Reichweite.	49
4.6	Potentiale unendlicher Reichweite.	56
4.7	Zusammenfassung und Antworten.	59
4.8	Aufgaben	61
5	Formale Betrachtungen	63
5.1	Der Hilbertraum.	63
5.2	Eigenschaften hermitescher Operatoren	65
5.3	Diskrete Zustände vs. Kontinuum	66
5.4	Die Bra-Ket-Notation.	68
5.5	Matrixdarstellung.	70
5.6	Zusammenfassung und Antworten.	71
5.7	Aufgaben	72
6	Drehimpulse.	73
6.1	Spin	73
6.2	Kopplung von Drehimpulsen	75
6.3	Zusammenfassung und Antworten.	78
6.4	Aufgaben	79
7	Ankopplung an ein elektromagnetisches Feld	81
7.1	Lokale Eichinvarianz	81
7.2	Der Aharonov-Bohm-Effekt	84
7.3	Quantisierung des elektromagnetischen Feldes.	85
7.4	Zusammenfassung und Antworten.	89
7.5	Aufgaben	89
8	Symmetrien	91
8.1	Einleitende Überlegungen	91
8.2	Generatoren kontinuierlicher Symmetrietransformationen	92
8.3	Sphärische Tensoren und das Wigner-Eckert-Theorem.	96
8.4	Auswahlregeln	98
8.5	Diskrete Symmetrien	100
8.6	Zusammenfassung und Antworten.	102
8.7	Aufgaben	102
9	Mehrteilchensysteme	105
9.1	Allgemeine Überlegungen	105
9.2	Identische Teilchen: Bosonen und Fermionen.	106
9.3	Zweite Quantisierung.	109
9.4	Dynamische oder spontane Symmetriebrechung.	113
9.5	Zusammenfassung und Antworten.	114
9.6	Aufgaben	115

10 Störungstheorie	117
10.1 Zeitunabhängige Störungstheorie	118
10.2 Zur Rolle des Kontinuums	136
10.3 Die Born-Oppenheimer-Näherung	140
10.4 Variationsmethoden	144
10.5 Zeitabhängige Störungstheorie	148
10.6 Zusammenfassung und Antworten	153
10.7 Aufgaben	155
11 Anhang: Lösungen	157
11.1 Lösungen zu den Aufgaben aus Kap. 1	157
11.2 Lösungen zu den Aufgaben aus Kap. 2	159
11.3 Lösungen zu den Aufgaben aus Kap. 3	160
11.4 Lösungen zu den Aufgaben aus Kap. 4	163
11.5 Lösungen zu den Aufgaben aus Kap. 5	166
11.6 Lösungen zu den Aufgaben aus Kap. 6	167
11.7 Lösungen zu den Aufgaben aus Kap. 7	168
11.8 Lösungen zu den Aufgaben aus Kap. 8	172
11.9 Lösungen zu den Aufgaben aus Kap. 9	176
11.10 Lösungen zu den Aufgaben aus Kap. 10	179
Literatur	189
Stichwortverzeichnis	191

Liste der Beispiele

Beispiel 4.1	Tiefes kugelförmiges Potential	51
Beispiel 4.2	Wasserstoffatom	53
Beispiel 4.3	Dreidimensionaler harmonischer Oszillator	56
Beispiel 7.1	Dipolübergänge	88
Beispiel 8.1	Isospinsymmetrie	96
Beispiel 8.2	Integral über drei Kugelflächenfunktionen	98
Beispiel 8.3	Spinorkopplungen	99
Beispiel 8.4	Elektrische Dipolübergänge	99
Beispiel 8.5	Runge-Lenz-Vektor	100
Beispiel 8.6	Entartung im dreidimensionalen harmonischen Oszillator	101
Beispiel 9.1	Mehrnukleonsysteme	108
Beispiel 9.2	Ladungsformfaktor des Deuterons	111
Beispiel 10.1	Endliche Ausdehnung des Atomkerns	121
Beispiel 10.2	Das Heliumatom (Teil I)	122
Beispiel 10.3	Wasserstoffatom (Teil II): Spinabhängige Wechselwirkungen	126
Beispiel 10.4	Atome in externen magnetischen Feldern	129
Beispiel 10.5	Atome in externen elektrischen Feldern	132
Beispiel 10.6	Die Rolle des Quarkmassenterms	135
Beispiel 10.7	Lebensdauer der Rydberg-Zustände mit $l = n - 1$	138
Beispiel 10.8	Heliumatom (Teil II)	145
Beispiel 10.9	H_2^+ -Molekül	146
Beispiel 10.10	Periodische Störung	149
Beispiel 10.11	Adiabatische Störung: $\Delta T w_{kn} \gg 1$	152
Beispiel 10.12	Instantane Störung: $\Delta T w_{kn} \ll 1$	152