

Inhalt

Vorwort zur deutschen Ausgabe	v
Vorwort	vi
Zu den Videos	xi
Häufig benutzte Symbole	xviii
Grundlegende Gleichungen	xxi
Physikalische Konstanten	xxii
Umrechnungsfaktoren	xxii
1 Einleitung	1
1.1 Der photoelektrische Effekt	2
1.2 Der Compton-Effekt	4
1.3 Elektronenbeugung	5
1.4 Das Stern-Gerlach-Experiment	8
2 Lichtwellen	12
2.1 Harmonische ebene Wellen. Phasengeschwindigkeit	12
2.2 Auftreffen einer Lichtwelle auf eine Glasfläche	17
2.3 Durchgang einer Lichtwelle durch eine Glasplatte	19
2.4 Freies Wellenpaket	22
2.5 Einfall eines Wellenpakets auf eine Glasfläche	27
2.6 Durchgang eines Lichtwellenpakets durch eine Glasplatte	29
3 Materiewellen	34
3.1 De-Broglie-Wellen	34
3.2 Wellenpaket. Dispersion	35
3.3 Wahrscheinlichkeitsinterpretation. Heisenbergsche Unschärferelation	39
3.4 Die Schrödinger-Gleichung	48
3.5 Gauß-Verteilung in zwei Dimensionen	50
3.6 Vergleich mit der klassischen statistischen Beschreibung	53

4 Lösung der Schrödinger-Gleichung in einer Dimension	60
4.1 Separation von Orts- und Zeitkoordinaten.	
Stationäre Lösungen	60
4.2 Stationäre Streulösungen. Stückweise konstantes Potential .	62
4.3 Stationäre Lösungen. Lineare Potentiale	73
4.4 Stationäre gebundene Zustände	78
5 Eindimensionale Quantenmechanik:	
Streuung durch ein Potential	83
5.1 Plötzliche Beschleunigung und Abbremsung eines Teilchens	83
5.2 Plötzliche Abbremsung einer klassischen Phasenraumverteilung	88
5.3 Tunneleffekt	91
5.4 Anregung und Zerfall metastabiler Zustände	93
5.5 Stationäre Zustände scharfen Impulses	98
5.6 Der freie Fall eines Körpers	103
5.7 Streuung an einem stückweise linearen Potential	109
6 Eindimensionale Quantenmechanik:	
Bewegung in einem Potential. Stationäre gebundene Zustände	117
6.1 Spektrum des tiefen Potentialgrabens	117
6.2 Teilchenbewegung im tiefen Potentialgraben	118
6.3 Spektrum des harmonischen Oszillators	123
6.4 Harmonische Teilchenbewegung	125
6.5 Harmonische Bewegung einer klassischen Phasenraumverteilung	132
6.6 Spektrum eines Potentialgrabens endlicher Tiefe	136
6.7 Stationäre Zustände in stückweise linearen Potentialen	136
6.8 Periodische Potentiale. Bandspektren	140
7 Quantilbewegung in einer Dimension	148
7.1 Quantilbewegung und Tunneleffekt	148
7.2 Wahrscheinlichkeitsstrom. Kontinuitätsgleichung	152
7.3 Wahrscheinlichkeitsstromdichten einfacher Beispiele	154
7.4 Differentialgleichung der Quantiltrajektorie	155
7.5 Fehlerfunktion	156
7.6 Quantiltrajektorien für einfache Beispiele	157
7.7 Verknüpfung mit der Bohmschen Bewegungsgleichung	158
8 Gekoppelte harmonische Oszillatoren:	
Unterscheidbare Teilchen	164
8.1 Zweiteilchenwellenfunktion	164
8.2 Gekoppelte harmonische Oszillatoren	165
8.3 Stationäre Zustände	174

9 Gekoppelte harmonische Oszillatoren:	
Ununterscheidbare Teilchen	177
9.1 Die Zweiteilchenwellenfunktion für ununterscheidbare Teilchen	177
9.2 Stationäre Zustände	180
9.3 Bewegung eines Wellenpakets	181
9.4 Ununterscheidbare Teilchen, klassisch betrachtet	182
10 Wellenpaket in drei Dimensionen	192
10.1 Impuls	192
10.2 Quantilbewegung. Wahrscheinlichkeitstransport	196
10.3 Drehimpuls. Kugelflächenfunktionen	198
10.4 Mittelwerte und Varianzen der Drehimpulskomponenten	207
10.5 Interpretation der Drehimpulseigenfunktionen	209
10.6 Schrödinger-Gleichung	215
10.7 Lösung der freien Schrödinger-Gleichung	217
10.8 Sphärische Bessel-Funktionen	218
10.9 Harmonische ebene Welle in Drehimpulsdarstellung	222
10.10 Freies Wellenpaket und Partialwellenzerlegung	226
11 Lösung der Schrödinger-Gleichung in drei Dimensionen	233
11.1 Stationäre Streulösungen	234
11.2 Stationäre gebundene Zustände	237
12 Dreidimensionale Quantenmechanik:	
Streuung durch ein Potential	241
12.1 Beugung einer harmonischen ebenen Welle. Partialwellen	241
12.2 Streuwelle und Streuquerschnitt	245
12.3 Streuphase und Streuamplitude. Unitarität. Argand-Diagramme	254
13 Dreidimensionale Quantenmechanik: Gebundene Zustände	260
13.1 Gebundene Zustände im sphärischen Potentialkasten	260
13.2 Gebundene Zustände im kugelsymmetrischen harmonischen Oszillator	264
13.3 Harmonische Teilchenbewegung in drei Dimensionen	275
13.4 Das Wasserstoffatom	276
13.5 Elliptische Kepler-Bewegung in der Quantenmechanik	292
14 Hybridisierung	305
14.1 Einführung	305
14.2 Das Hybridisierungsmodell	309
14.3 Hybridzustände hoher Symmetrie	315

15 Dreidimensionale Quantenmechanik: Resonanzstreuung	322
15.1 Streuung durch ein attraktives Potential	322
15.2 Resonanzstreuung	325
15.3 Phasenanalyse	325
15.4 Gebundene Zustände und Resonanzen	332
15.5 Resonanzstreuung an einer repulsiven Schale	336
16 Coulomb-Streuung	348
16.1 Stationäre Lösungen	348
16.2 Hyperbolische Kepler-Bewegung. Streuung eines Gaußschen Wellenpakets an einem Coulomb-Potential	357
17 Spin	365
17.1 Spinzustände. Operatoren und Eigenwerte	365
17.2 Richtungsverteilung des Spins	367
17.3 Bewegung eines magnetischen Moments in einem Magnetfeld. Pauli-Gleichung	372
17.4 Magnetische Resonanz. Rabi-Formel	375
17.5 Magnetische Resonanz im rotierenden Bezugssystem	381
18 Experimentelle Beispiele	386
18.1 Streuung von Atomen, Elektronen, Neutronen und Pionen	387
18.2 Spektren gebundener Zustände in Atomen, Kernen und Kristallen	391
18.3 Klassifizierung von Atomen und Kernen nach dem Schalenmodell	394
18.4 Resonanzstreuung an Molekülen, Atomen, Kernen und Teilchen	401
18.5 Phasenanalyse in Kern- und Teilchenphysik	406
18.6 Klassifizierung von Resonanzen auf Regge-Trajektorien	408
18.7 Radioaktive Kerne als metastabile Zustände	409
18.8 Experimente zur magnetischen Resonanz	412
A Einfache Aspekte der Struktur der Quantenmechanik	429
A.1 Wellenmechanik	429
A.2 Matrizenmechanik in einem unendlichdimensionalen Vektorraum	432
A.3 Matrixdarstellung des harmonischen Oszillators	435
A.4 Zeitabhängige Schrödinger-Gleichung	437
A.5 Wahrscheinlichkeitsinterpretation	440
B Zweiniveausystem	442
C Analyseamplitude	447
C.1 Klassische Überlegungen. Phasenraumanalyse	447
C.2 Analyseamplitude. Freies Teilchen	451

C.3 Analyseamplitude. Allgemeiner Fall	456
C.4 Analyseamplitude. Harmonischer Oszillator	456
D Wigner-Verteilung	464
E Gamma-Funktion	468
F Bessel-Funktionen und Airy-Funktionen	474
G Poisson-Verteilung	479
Register	485