

# Inhalt

## Einleitung 21

## Teil I: Einführung

### 1 Gründe für die Quantenmechanik 27

- Ein schwarzer Körper kann sehr hell strahlen 28
- Mit Licht Elektronen auslösen: Der Photoeffekt 33
- Auch Röntgenstrahlung kann sich wie Teilchen verhalten:  
Der Comptoneffekt 36
- Die Materie besteht aus Atomen 37
- Schlussfolgerung: Die Quantenmechanik ist notwendig 44
- Und noch eine Schlussfolgerung 45

## Teil II: Grundlagen

### 2 Mathematische Grundlagen 47

- Im Prinzip nichts anderes als Rechenvorschriften:  
Operatoren 44
- Sie beschreiben ein System: Zustandsvektoren 45
- Eigenwerte und Eigenvektoren 49
- Erwartungswert und Standardabweichung 50

### 3 Physikalische Grundlagen 61

- Die Grundlage: Die Schrödingergleichung 61
- Ab jetzt zählen nur noch Wahrscheinlichkeiten 64

## Teil III: Lösung quantenmechanischer Aufgabenstellungen

### 4 Teilchen im Potentialtopf 73

- Entkommen unmöglich: Der unendliche Potentialtopf 73
- Ein Entkommen ist möglich: Der endliche Potentialtopf 82
- Dreifach gefangen: Der dreidimensionale Topf 83

<b>5</b>	<b>Potentialstufen und Potentialbarrieren</b>	<b>89</b>
	Ein plötzlicher Sprung: Die Potentialstufe	89
	Nicht undurchdringlich: Die Potentialbarriere	95
<b>6</b>	<b>Der harmonische Oszillator</b>	<b>101</b>
	Der klassische Oszillator	101
	Eindimensionaler Oszillator	104
	Dreidimensionaler Oszillator	115
<b>7</b>	<b>Quantenmechanik ist nicht einfach: Der Drehimpuls</b>	<b>119</b>
	Der klassische Drehimpuls	119
	Der quantenmechanische Drehimpuls	120
	Der Bahndrehimpuls in Kugelkoordinaten	125
	Es gibt ihn nur in der Quantenmechanik: Der Spin	132
<b>8</b>	<b>Ein Elektron und ein Proton: Das Wasserstoffatom</b>	<b>137</b>
	Die Schrödingergleichung	137
	Lösung der Radialgleichung	140
	Hier tummeln sich die Elektronen: Die Orbitale	146
	<b>Teil IV: Quantenmechanische Effekte</b>	
<b>9</b>	<b>Der Welle-Teilchen-Dualismus</b>	<b>153</b>
	Licht: Welle oder Teilchen?	153
	Elektronen: Teilchen oder Welle?	156
	Quantenobjekte sind weder Teilchen noch Wellen	160
<b>10</b>	<b>Das Pauliprinzip</b>	<b>163</b>
	Der Spin ist entscheidend: Bosonen und Fermionen	163
	Gleiche Zustände sind für Fermionen verboten: Das Pauliprinzip	164
	Die statistische Beschreibung von Bosonen und Fermionen	166
	Ein Elektron nach dem anderen: Das Periodensystem der Elemente	170
	Bloß nicht zu nahe kommen	174

<b>11 Die Heisenberg'sche Unschärferelation</b>	<b>177</b>
Die Unschärferelation und der Messprozess	177
Quantenmechanische Herleitung	179
Im Alltag spielt die Unschärferelation keine Rolle	184
In Physik und Technologie ist die Unschärferelation von großer Bedeutung	185
Gewiss ist die Quantenmechanik ungewiss	189
<b>Teil V: Anwendung der Quantenmechanik</b>	
<b>12 Seltsame Teilchen und Quasiteilchen</b>	<b>191</b>
Photonen sieht man, Phononen hört man	192
Auch fehlende Teilchen haben Teilchencharakter	197
Zu zweit oder im Verbund	201
<b>13 Seltsame Ströme</b>	<b>209</b>
Zu zweit bewegt es sich leichter: Die Supraleitung	209
Voll durch die Wand: Der Tunneleffekt	215
Evaneszente Wellen und der optische Tunneleffekt	224
<b>14 Quantenmechanik pur: Quantenpunkte</b>	<b>227</b>
Extrem klein: Quantenpunkte	227
Starke Einschränkungen: Das Elektronen-Confinement	231
Viele bunte Farben: Optische Eigenschaften	232
Zum Teil seltsame Effekte: Elektrische Eigenschaften	234
Es gibt zahlreiche Möglichkeiten zur Realisierung von Quantenpunkten	237
<b>Lösungen der Aufgaben</b>	<b>241</b>
<b>Index</b>	<b>261</b>

