

Inhaltsverzeichnis

Vorwort *XI*

1	Einführung. Die klassische Physik und die Physik der Informationstechnologie	1
1.1	Der Zustand der Materie in der klassischen Physik	1
1.2	Axiome in der klassischen Physik	2
1.3	Stand und Wirkung der klassischen Physik bis zum Ende des 19. Jahrhunderts	4
1.4	Physikalischer Hintergrund der High-Tech-Ära	7
1.5	Entwicklung der Physik im Spiegel der Beleuchtungstechnik	8
1.5.1	Die Glühlampe	8
1.5.2	Die Entladungslampe	10
1.5.3	Leucht- und Laserdioden	11
1.6	Physikbedarf der Elektrotechnik heute und morgen	12
1.7	Wissen testen	15
2	Wärmestrahlung: Physik der Glühbirne und des Pyrometers	17
2.1	Wärmestrahlung geheizter Körper	17
2.2	Energieverteilung des elektromagnetischen Feldes in einem Metallkasten bei Temperatur T	19
2.3	Bestimmung der Durchschnittsenergie pro Freiheitsgrad	20
2.4	Praktische Anwendungen des Planck'schen Strahlungsgesetzes	22
2.5	Bedeutung des Planck'schen Strahlungsgesetzes für die Physik	24
2.6	Wissen testen	27
3	Photonen. Die Physik des Lasers	29
3.1	Der fotoelektrische Effekt	29
3.2	Praktische Anwendungen des Fotoeffekts	31
3.3	Der Compton-Effekt	32
3.4	Die Einstein'sche Photonhypothese	33
3.5	Planck'sches Strahlungsgesetz und die Photonen	34

3.6	Der Laser	36
3.7	Wissen testen	40
4	Elektronen. Die Physik der Entladungslampe	41
4.1	Die Entladungslampe	41
4.2	Frank-Hertz-Experiment	42
4.3	Modelle des Wasserstoffatoms	44
4.4	Praktische Folgen der Energiequantelung für die Entladungslampe	48
4.5	Die de Broglie-Hypothese	51
4.6	Das Davisson-Germer-Experiment	52
4.7	Teilchen-Welle-Dualismus des Elektrons	53
4.8	Wissen testen	55
5	Das Teilchenkonzept der Quantenmechanik	57
5.1	Teilchen und Wellen in der klassischen Physik	57
5.2	Doppelspaltexperiment mit einem einzigen Elektron	60
5.3	Die Born-Jordan-Interpretation der Elektronenwelle	61
5.4	Die Heisenberg'sche Unschärferelation	61
5.5	Das Teilchenkonzept der Quantenmechanik	62
5.6	Die Skalenabhängigkeit der Physik	64
5.7	In Richtung einer neuen Physik	65
5.8	Wellennatur der Elektronen in der Elektrotechnik	66
5.9	Darstellung der Elektronenwelle	67
5.10	Wissen testen	68
6	Die quantenmechanische Messung. Postulate 1–3	71
6.1	Die Zustandsfunktion	72
6.2	Mathematische Begriffe bezüglich der Zustandsfunktionen	73
6.3	Die messbaren Größen der Quantenmechanik	74
6.4	Mathematische Begriffe bezüglich der Operatoren	75
6.5	Die Messung in der Quantenmechanik	76
6.6	Wissen testen	82
7	Quantenmechanische Operatoren. Postulate 4–5. Übergang zwischen klassischer Mechanik und Quantenmechanik	83
7.1	Heisenberg'sche Vertauschungsrelationen	83
7.2	Die Schrödinger'sche Operatorwahl	84
7.3	Der Vektoroperator des Drehimpulses	85
7.4	Die zeitabhängige Schrödinger-Gleichung	87
7.5	Zeitentwicklung der physikalischen Größen	88
7.6	Das Ehrenfest-Theorem	90
7.7	Wissen testen	92

8	Quantenmechanische Zustände	93
8.1	Ortseigenzustände	94
8.2	Impulseigenzustände	96
8.3	Stationäre Zustände	97
8.4	Freie Bewegung	99
8.5	Gebundene Zustände	101
8.6	Wissen testen	105
9	Der Potenzialtopf: Grundlage moderner Leuchtdioden	107
9.1	Quantentopf LEDs	107
9.2	Energieeigenwerte im Quantentopf	109
9.3	Anwendung in LED und Detektoren	113
9.4	Stationäre Elektronenzustände im Potenzialtopf	114
9.5	Unendlicher Potenzialtopf	115
9.6	Der unendliche Quantentopf und das klassische Punktmassenkonzept	117
9.7	Wissen testen	119
10	Der Tunneleffekt und seine elektrotechnische Bedeutung	121
10.1	Das Rastertunnelmikroskop	121
10.2	Elektron an der Potenzialwand	122
10.3	Feldemission, Leckströme, Durchschlagsfeldstärke. Flash-Speicher	127
10.4	Resonanztunneln. Quantum-FET, Kaskadenlaser	130
10.5	Wissen testen	135
11	Das Wasserstoffatom. Quantenzahlen. Elektronenspin	137
11.1	Eigenzustände von L_z	138
11.2	Eigenzustände von L^2	139
11.3	Energieeigenzustände des Elektrons im Wasserstoffatom	142
11.4	Drehimpuls der Elektronen. Der Spin	147
11.5	Wissen testen	151
12	Quantenmechanik für Mehrteilchensysteme. Chemische Eigenschaften der Atome. Quanteninformationstechnik	153
12.1	Mehrteilchensysteme. Chemische Eigenschaften der Atome. Quanteninformationstechnik.	153
12.2	Das Pauli-Prinzip	154
12.3	Näherung unabhängiger Elektronen (Ein-Teilchen-Näherung)	156
12.4	Atome mit mehreren Elektronen	159
12.5	Chemische Eigenschaften der Atome	160
12.6	Periodensystem der Elemente	161
12.7	Bedeutung der Superpositionszustände für die Zukunft der Elektronik	163
12.8	Wissen testen	167

Anhang A Formelsammlung aus der Newton'schen Mechanik 169

- A.1 Grundbegriffe 169
 - A.1.1 Punktmasse 169
 - A.1.2 Bezugssystem 169
 - A.1.3 Bahn 169
 - A.1.4 Kinematik 170
- A.2 Newton'sche Axiome der klassischen Mechanik 171
- A.3 Erhaltungsgesetze der dynamischen Größen 171
- A.4 Beispiele: Dynamik des Teilchens unter verschiedenen Krafttypen 172
 - A.4.1 Elektronen im homogenen Kraftfeld 172
 - A.4.2 Harmonische Schwingung 173
- A.5 Wellen im elastischen Medium 173
- A.6 Wellenoptik 175
 - A.6.1 Beugung am Doppelspalt 176
 - A.6.2 Röntgenbeugung am Kristallgitter 176
- A.7 Energieverteilung unter vielen Teilchen im Gleichgewicht 177
- A.8 Kanonisch konjugierte Größen 178
- A.9 Spezielle Relativitätstheorie 179

Anhang B Mathematische Formelsammlung 181

- B.1 Zahlen 181
- B.2 Differenzial- und Integralrechnung 182
- B.3 Operatoren 184
- B.4 Differenzialgleichungen 185
- B.5 Vektoren und Matrizen 185

Anhang C Notationsverzeichnis 187

Richtig gelöst 193

Mehr zum Thema 201

Quellennachweis 203

Stichwortverzeichnis 207