

Inhaltsverzeichnis

1 Elektromagnetische Strahlung.....	7
1.1 Wiederholung der Wellenlehre:.....	7
1.2 Doppelspalt mit klassischen Teilchen:	7
1.3 Elektromagnetische Wellen.....	7
1.3.1 Lassen sich bei der Dipolstrahlung Wellen nachweisen?.....	7
1.3.2 Entdeckung der elektromagnetischen Wellen.....	8
1.3.3 Eigenschaften elektromagnetischer Wellen.....	8
1.4 Die Lichtgeschwindigkeit geht bei Radiowellen ein? Lässt sich Licht etwa auch durch elektromagnetische Wellen beschreiben?.....	10
1.4.1 Doppelspalt-Versuch mit Licht.....	10
1.4.2 Polarisierbarkeit von Licht.....	11
1.4.3 Interferenz am Einzelspalt.....	11
1.4.4 Kohärenzbedingungen.....	11
1.4.5 Aufgaben.....	12
1.5 Beugungsgitter und Wellenlängenmessung.....	13
1.5.1 Schärfere Maxima durch mehr Spalte!.....	13
1.5.2 Aufgaben.....	15
1.6 Spektrum der elektromagnetischen Wellen.....	15
Kapitel 1 Zusammenfassung und Checkliste.....	17
2 Photonen	19
2.1 Der lichtelektrische Effekt (Fotoeffekt).....	19
2.1.1 Versuch von Hallwachs (Grundversuche).....	19
2.1.2 Messung der maximalen kinetischen Energie der Photo-Elektronen durch die Gegenspan- nungsmethode.....	21
2.1.3 Die Einstein'sche Gleichung des Fotoeffekts und das Plancksche Wirkungsquant.....	24
2.1.4 Die Deutung des Fotoeffekts durch Einstein	26
2.1.5 Wo spielen Photonen noch eine Rolle in der Natur?.....	29
2.1.6 Eigenschaften von Photonen.....	29
2.1.7 Übersicht über Frequenz, Wellenlänge und Photonenenergie für Licht aus dem gesamten Spektrum der elektromagnetischen Wellen:.....	30
2.1.8 Aufgaben.....	31
2.2 G-R-A-Versuch am Strahlteiler: Photonen sind un- teilbare Teilchen im Sinne der Quantenphysik – der Teilchenbegriff der Quantenphysik.....	32
2.3 Doppelspalt-Versuch mit Licht bei reduzierter Lei- stung: Bei der Interferenz zeigen sich Photonen.....	34
2.3.1 Interferenz - nach und nach sichtbar.....	34
2.3.2 Der abgewandelte G-R-A-Versuch.....	36
2.4 Genauer zum Doppelspalt mit Licht.....	37
2.4.1 Untersuchungen am präparierten Doppelspalt	37
2.4.2 Klassische elektromagnetische Wellen	41
2.4.3 Aufgaben.....	42
2.5 Eigenschaften von Photonen – noch einmal zu- sammengefasst.....	43
Kapitel 2 Zusammenfassung und Checkliste.....	43
3 Elektronen und andere nichtrelativistische Teilchen mit Masse.....	46
3.1 Elektronen sind Teilchen im Sinne der Quanten physik.....	46
3.1.1 Erinnerung an den Millikan-Versuch:.....	46
3.1.2 Sind vielleicht auch mit einzelnen Elektronen Interferenzversuche möglich?.....	46
3.2 Elektronenbeugung an einem Kristall-Gitter: Bragg- Streuung.....	47
3.2.1 Modell-Versuch zur Bragg-Streuung mit Ultra- schall- oder Mikrowellen	47
3.2.2 Die so genannte Elektronenbeugung im Versuch	49
3.3 Doppelspalt-Versuch mit Elektronen.....	51
3.3.1 Doppelspalt-Versuch bei reduzierter Intensität.....	51
3.3.2 Was bedeuten die „deBroglie-Wellen“?.....	52
3.3.3 Welche Funktion haben die Wellen der Quan- tenphysik? Die Born'sche Wahrscheinlichkeits- deutung der Wellenfunktion.....	52
3.3.3 Übergang zur klassischen Physik (1) ?.....	54
3.4 Eigenschaften von Elektronen oder anderen nicht- relativistischen Teilchen (Fermionen).....	54
3.5 Aufgaben.....	56
Kapitel 3 Zusammenfassung und Checkliste.....	57
4 Was wissen wir jetzt über Quantenphysik?.....	59
4.1 Grundfakten der Quantenphysik	59
4.2 Mehr zu Grundfakten der Quantenphysik.....	61
4.2.1 Der Messprozess.....	61
4.2.2 Übergang zur klassischen Physik (2) ?.....	62
4.2.3 Spezielle quantenphysikalische Effekte.....	63
4.2.3.1 Gebundene Zustände mit diskreten Ener- giewerten.....	63
4.2.3.2 Aufgaben.....	64
4.2.3.3* Analogie-Versuche zu diskreten Energie- Eigenwerten.....	65
4.2.4 Kausalität.....	66
4.2.5 Die Heisenberg'sche Unbestimmtheitsrelation (HUR).....	67
4.2.5.1* Mathematischer Exkurs:.....	67
4.2.5.2 Die bekannteste Variante der HUR.....	67
4.2.5.3 Die HUR ist nützlich für Abschätzungen von Messwerten und von Streubereichen	68
4.2.5.4 Die HUR macht augenfällig, welche physi- kalischen Größen nicht gleichzeitig als Ei- genschaften existieren können.....	70
4.2.5.5 Energie-Zeit-HUR.....	71
4.2.5.6 Aufgaben.....	71
4.2.6 Tunneleffekt: nach der HUR selbstverständlich	72
4.2.7 Das Mach-Zehnder-Interferometer.....	74
4.2.8 Der Knaller-Versuch.....	75
4.3* Mehrteilchen-Zustände: Jetzt wird endgültig klar, dass die Wellen der Quantenphysik keine Wellen im uns umgebenden Raum sind!.....	76
Kapitel 4 Zusammenfassung und Checkliste.....	77
Anhänge.....	79
A* Grundstruktur der Quantentheorie nach der Schrödinger-Gleichung.....	79
B Erzeugung von Röntgenbremsstrahlung.....	84
C Grundfakten der Quantenphysik.....	85
D Der Doppelspalt-Versuch mit klassischen Wellen.....	86
E Das ist der rote Faden in diesem Buch.....	87
Stichwortverzeichnis.....	89