Lösungsvorschläge

Kapitel 1: Elektronen und Photonen als Quantenobjekte

1. 1. Die Elektronenbeugung

Lösungsvorschlag zu Aufgabe 1.1.1.:
kleine kugelige Teilchen, negativ geladen (Elementarladung e = $1{,}602\cdot10^{-19}$ C), geringe Masse ($m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ kg), können in elektrischen und magnetischen Felder abgelenkt werden, kommen aus der Hülle eines Atoms, Elektronenfluss = Stromfluss u.ä.m.

Lösungsvorschlag zu Aufgabe 1.1.2.:
Es geht hier im Wesentlichen um das Einprägen des Versuchs und um eine adäquate mündliche und/oder schriftliche Darstellung (Abitur, AFB I)

Lösungsvorschlag zu Aufgabe 1.1.3.:
Die Ähnlichkeit soll konstatiert werden. Weiteres siehe blauer Merksatz.

Lösung zu Aufgabe 1.1.4.:

$\sin(2\vartheta) = \frac{r}{l}$	Radius	1,58 cm	2,75 cm	1,35 cm	2,3 cm
	Glanzwinkel	3,49°	6,11°	2,98°	5,10°

mit $\vartheta = \frac{1}{2}\cdot\arcsin(r/l)$

Lösung zu Aufgabe 1.1.5.: *nach* $\lambda = 2\cdot d\cdot\sin\vartheta$ *(Bragg) gilt:*

U_1 = 2,2 kV	r_1 = 1,58 cm	r_2 = 2,75 cm
	ϑ_1 = 3,49 °	ϑ_2 = 6,11°
	$d_1 = 2{,}13\cdot10^{-10}$ m	$d_2 = 1{,}23\cdot10^{-10}$ m
	$\lambda_1 = 0{,}26\cdot10^{-10}$ m	$\lambda_2 = 0{,}26\cdot10^{-10}$ m
U_2 = 3,5 kV	r_1 = 1,35 cm	r_2 = 2,3 cm
	ϑ_1 = 2,98°	ϑ_2 = 5,10°
	$d_1 = 2{,}13\cdot10^{-10}$ m	$d_2 = 1{,}23\cdot10^{-10}$ m
	$\lambda_1 = 0{,}22\cdot10^{-10}$ m	$\lambda_2 = 0{,}22\cdot10^{-10}$ m

Lösungsvorschlag für Aufgabe 1.1.6.:

$E_{kin} = ½\, m·v^2 = e·U = E_{el} \Rightarrow p^2 = 2·e·U·m$

damit: $p_1 = 2{,}53·10\text{-}23\,mkg/s$ *(für* λ_1*) und* $p_2 = 3{,}20·10\text{-}23\ mkg/s$ *(für* λ_2*).*

Obwohl man mit den wenigen Daten eigentlich kaum Aussagen möglich sind, kann man doch annehmen, dass mit steigenden p-Werten die Werte für λ sinken bzw. mit 1/λ steigen.

Lösungsvorschlag für Aufgabe 1.1.7.:

Diagramm zeichnen (Ursprungsgerade), Quotienten bestimmten, Mittelwert bestimmen; Steigung bestimmen, Einheitenvergleich durchführen, Hinweis: Werte streuen! → Ausgleichsgerade; Mittelwertbildung jedoch zufriedenstellend.

1.2. Photonen als Quantenobjekte

Lösungsvorschlag zu Aufgabe 1.2.1.:

Beobachtungen zu Teilversuch 1, 2 und 3. Kurzzusammenfassung siehe blauer Merktext.

Lösungsvorschlag zu Aufgabe 1.2.2.:

Gegliederte Beschreibung der Beobachtungen, z. B. auch als Concept-Map; Diskussion mit dem Partner oder der Arbeitsgruppe. Wesentliche Teile der Lösung befinden sich im blauen Merktext.

Lösungsvorschlag zu Aufgabe 1.2.3.:

Die Lösungen befinden sich auf den entsprechenden Internetseiten. Vergleiche auch die Darstellungen in den Simulationen mit denen in einschlägigen Schulbüchern bzw. im milq-Programm. Wichtig ist die Kenntnis des Versuchs bzw. der Gegenfeldmethode (nicht nur als Prüfungsvorbereitung).

Lösungsvorschlag zu Aufgabe 1.2.4.

Diagramm anfertigen.

Es gibt einen linearen Zusammenhang zwischen der Gegenspannung U, die auch die kinetische Energie der Elektronen repräsentiert (nach: $E_{el} = e·U$*) und der Frequenz der Photonen. Der f-Achsenschnittpunkt entspricht einer oberen Grenzfrequenz (bzw. unteren Grenzwellenlänge nach:* $c = f·\lambda$*), ab der überhaupt erst eine Auslösung von Elektronen möglich ist. Der (negative)-U-Achsenschnittpunkt entspricht der Auslösearbeit des Elektrons aus dem Atomverbund. Erst wenn diese* *aufgebraucht wurde, erhalten die Elektronen zusätzliche kinetische Energie (positive U-Achse).*

Grenzfrequenz und Auslösearbeit sind für verschiedene Stoffe unterschiedlich. Die Steigung (h) ist jedoch immer konstant.

Lösungsvorschlag für Aufgabe 1.2.5.:
Standarderläuterung wie z. B. in milq, im Applet, Schulbuch, etc. Vgl. auch den folgenden Merktext.

1.3 Der Impuls von Photonen

Lösungsvorschlag zu Aufgabe 1.3.1.
Es gilt also: $p = E_{Licht} / c$ *Für ein Photon, dessen Energie* $E_{Phot} = h \cdot f$ *beträgt heißt das:* $p = \frac{h \cdot f}{c}$ *oder mit* $c = f \cdot \lambda$ *gilt:* $p = \frac{h}{\lambda}$

Eine Gleichung, die schon aus Kapitel 1.1. bekannt ist. Offenbar gilt sie sowohl für Elektronen wie für „Wellenteilchen“, also Photonen. Die Verknüpfung geschieht über das Planck´sche Wirkungsquantum.