Abi-Training Physik: Wellen und Quanten

Physik · Klasse 12 · mittel · Lösungen

vitus-tutoring.de

Name: _____ Datum: _____

kostenlos, mit Lösungen

Abi-Training: 60 Minuten, 35 Punkte. Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung. $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}$ Js, $c = 3{,}0 \cdot 10^{8}$ m/s, $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C, $g = 9{,}81$ m/s².

Material 1: Ein Körper (m = 0,50 kg) hängt an einer Feder. Er wird 6,0 cm ausgelenkt und losgelassen. Für 10 Schwingungen misst man 8,9 s.

1 Werte die mechanische Schwingung aus. (10 Punkte)

$T = 2\pi \cdot \sqrt{(\frac{m}{D})}$, $E = ½ \cdot D \cdot s_max^2 = ½ \cdot m \cdot v_max^2$

a) Berechne Periodendauer, Frequenz und Federkonstante. (5 P.)

$T = \frac{8{,}9\ s}{10} = 0{,}89\ s$

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}89\ s} \approx 1{,}12\ Hz$

$T = 2\pi \cdot \sqrt{(\frac{m}{D})}$

umgestellt: $D = \frac{4\pi^2 \cdot m}{T^2}$

$D = \frac{4\pi^2 \cdot 0{,}50\ kg}{(0{,}89\ s)^2} \approx 25\ N/m$

b) Berechne die Gesamtenergie und die Höchstgeschwindigkeit. (5 P.)

$E = ½ \cdot D \cdot s_max^2 = ½ \cdot 25\ N/m \cdot (0{,}06\ m)^2$

$E = 0{,}045\ J$

Im Nulldurchgang ist alles Bewegungsenergie: $½ \cdot m \cdot v_max^2 = E$

umgestellt: $v_max = \sqrt{(\frac{2 \cdot E}{m})}$

$v_max = \sqrt{(\frac{2 \cdot 0{,}045\ J}{0{,}5\ kg})} \approx 0{,}42\ m/s$

Material 2: Laserlicht fällt auf einen Doppelspalt mit dem Spaltabstand g = 0,20 mm. Auf einem Schirm in a = 2,50 m Abstand liegen die beiden Maxima 3. Ordnung 4,8 cm auseinander.

2 Werte die Interferenz am Doppelspalt aus. (12 Punkte)

$g \cdot \sin \alpha_k = k \cdot \lambda$, $\tan \alpha_k = \frac{d_k}{a}$

a) Leite die Bedingung für Maxima am Doppelspalt mit Hilfe des Gangunterschieds her. (4 P.)

Von beiden Spalten laufen Wellen zu einem fernen Punkt unter dem Winkel α. Ihr Gangunterschied ist $\Delta s = g \cdot \sin \alpha$.

Ein Maximum entsteht, wenn die Wellen dort in Phase ankommen, also Berg auf Berg trifft.

Das ist der Fall, wenn Δs ein Vielfaches der Wellenlänge ist: $\Delta s = k \cdot \lambda$, also $g \cdot \sin \alpha_k = k \cdot \lambda$.

b) Berechne die Wellenlänge des Lasers. (5 P.)

Abstand des Maximums 3. Ordnung von der Mitte: $d_3 = \frac{4{,}8\ cm}{2} = 2{,}4\ cm$

Kleiner Winkel: $\sin \alpha \approx \tan \alpha = \frac{d_3}{a}$

$\frac{g \cdot d_3}{a} = 3 \cdot \lambda$

umgestellt: $\lambda = \frac{g \cdot d_3}{3 \cdot a}$

$\lambda = \frac{0{,}20 \cdot 10^{-3}\ m \cdot 0{,}024\ m}{3 \cdot 2{,}50\ m}$

$\lambda = 6{,}4 \cdot 10^{-7}\ m = 640\ nm$

c) Beschreibe und begründe, wie sich das Muster mit grünem Laserlicht ändert. (3 P.)

Grünes Licht hat eine kleinere Wellenlänge als das rote Licht des Lasers. Wegen $d_k = \frac{k \cdot \lambda \cdot a}{g}$ rücken alle Maxima näher zur Mitte. Die Streifen liegen also enger beieinander.

Material 3: Licht verschiedener Wellenlänge fällt auf eine Fotozelle. Gemessen wird die Gegenspannung U_0, bei der der Strom null wird. λ in nm: 400 | 450 | 500 | 550. U_0 in V: 1,21 | 0,86 | 0,59 | 0,36.

3 Werte die Messung zum Photoeffekt aus. (13 Punkte)

$e \cdot U_0 = h \cdot f - W_A$. Die Steigung von U_0 über f ist $\frac{h}{e}$.

a) Berechne die Frequenzen des Lichts. (2 P.)

$f = \frac{c}{\lambda}$, zum Beispiel $f = \frac{3{,}0 \cdot 10^8\ m/s}{400 \cdot 10^{-9}\ m} = 7{,}5 \cdot 10^{14}\ Hz$

Alle Werte: 7,5 | 6,67 | 6,0 | 5,45 (in 10^{14} Hz)

b) Bestimme h aus dem ersten und dem letzten Messpunkt. (4 P.)

Steigung $= \frac{\Delta U_0}{\Delta f} = \frac{1{,}21\ V - 0{,}36\ V}{(7{,}50 - 5{,}45) \cdot 10^{14}\ Hz}$

Steigung $\approx 4{,}15 \cdot 10^{-15}\ Vs$

$h = e \cdot$ Steigung $= 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C \cdot 4{,}15 \cdot 10^{-15}\ Vs$

$h \approx 6{,}6 \cdot 10^{-34}\ Js$

c) Bestimme die Austrittsarbeit in eV. (3 P.)

$W_A = h \cdot f - e \cdot U_0$, hier mit dem Messpunkt bei 400 nm

Die Steigung aus b) ist h in eVs: $h \cdot f = 4{,}15 \cdot 10^{-15}\ eVs \cdot 7{,}5 \cdot 10^{14}\ Hz \approx 3{,}11\ eV$

$W_A = 3{,}11\ eV - 1{,}21\ eV \approx 1{,}9\ eV$

d) Erläutere zwei Beobachtungen beim Photoeffekt, die das Wellenmodell des Lichts nicht erklären kann. (4 P.)

Erstens: Unterhalb einer Grenzfrequenz treten keine Elektronen aus, egal wie hell das Licht ist.

Nach dem Wellenmodell müsste genug Intensität immer reichen.

Zweitens: Die Energie der Elektronen hängt nur von der Frequenz ab, nicht von der Helligkeit.

Außerdem treten sie sofort aus, ohne Wartezeit, in der sich Energie sammeln könnte.