

9 juin 2009

1. Prisma**(2+4+4+5=15 Punkte)**

- a) siehe Skript S12
 b) siehe Skript S13 : $\gamma = \beta_1 + \beta_2$ $\delta = \alpha_1 + \alpha_2 - \gamma$
 c) siehe Skript S14 : $\gamma = 2 \cdot \beta_1$ $\delta_{\min} = 2 \cdot \alpha_1 - \gamma$
 d) Für die Winkel im Prisma gilt:

$$\gamma = 2 \cdot \beta_1 \Rightarrow \beta_1 = \frac{\gamma}{2}$$

Der Einfallswinkel folgt aus dem Ablenkungswinkel:

$$\delta_{\min} = 2 \cdot \alpha_1 - \gamma \Rightarrow \alpha_1 = \frac{\delta_{\min} + \gamma}{2}$$

Brechungsgesetz:

$$\sin \alpha_1 = n \cdot \sin \beta_1$$

Brechzahl:

$$n = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1} = \frac{\sin \frac{\delta_{\min} + \gamma}{2}}{\sin \frac{\gamma}{2}} = \frac{\sin \frac{25^\circ + 30^\circ}{2}}{\sin \frac{30^\circ}{2}} = 1,78$$

2. Relativitätstheorie**(7+3+5=15 Punkte)**

- a) siehe Skript R11-R12 : $F = \frac{m_0 \cdot a}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{3/2}}$
 b) Gesamtenergie: $E = 7000 \text{ GeV} = 7000 \cdot 10^9 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,12 \cdot 10^{-6} \text{ J}$
 Es gilt: $E = m \cdot c^2$, daraus folgt die dynamische Masse:

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{1,12 \cdot 10^{-6} \text{ J}}{\left(3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}\right)^2} = 1,24 \cdot 10^{-23} \text{ kg}$$

- c) Kinetische Energie: $E_{\text{kin}} = q \cdot U = e \cdot U = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 50 \cdot 10^6 \text{ V} = 8,0 \cdot 10^{-12} \text{ J}$
 Gesamtenergie: $E = m_0 \cdot c^2 + E_{\text{kin}} = \gamma \cdot m_0 \cdot c^2$

Daraus folgt für den relativistischen γ -Faktor:

$$\gamma = \frac{m_0 \cdot c^2 + E_{\text{kin}}}{m_0 \cdot c^2} = 1 + \frac{E_{\text{kin}}}{m_0 \cdot c^2} = 1 + \frac{8,0 \cdot 10^{-12} \text{ J}}{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot \left(3 \cdot 10^8 \text{ m/s}\right)^2} = 1,05$$

Für die Geschwindigkeit erhält man dann:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow v = \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}} \cdot c$$

$$v = \sqrt{1 - \frac{1}{1,05^2}} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} = 9,2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$



1/4

3. Photoeffekt

(5 Punkte)

Die Energieerhaltung für den Photoeffekt lautet:

$$E_{\text{Photon}} = W_A + E_{\text{Elektron}}$$

$$h \cdot f = W_A + \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$= W_A + e \cdot U_G$$

Für zwei verschiedene Messpunkte gilt:

$$h \cdot f_1 = W_A + e \cdot U_{G1} \quad (1)$$

$$h \cdot f_2 = W_A + e \cdot U_{G2} \quad (2)$$

Wir ziehen beide Gleichungen voneinander ab: (1) – (2)

$$h \cdot (f_1 - f_2) = e \cdot (U_{G1} - U_{G2})$$

Daraus folgt das Planck'sche Wirkungsquantum:

$$h = \frac{e \cdot (U_{G1} - U_{G2})}{f_1 - f_2}$$

Frequenz des einfallenden Lichts:

$$f_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{230 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 1,30 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

$$f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{205 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 1,46 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

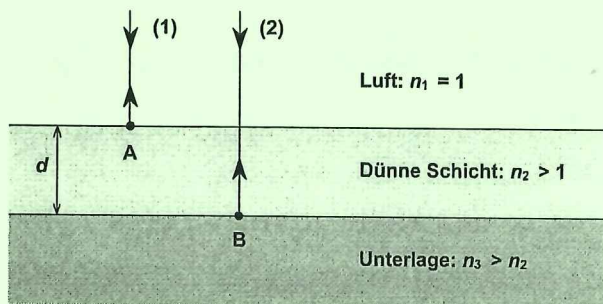
Schließlich:

$$h = \frac{e \cdot (U_{G1} - U_{G2})}{f_1 - f_2} = \frac{1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot (0,93 \text{ V} - 1,59 \text{ V})}{1,30 \cdot 10^{15} \text{ Hz} - 1,46 \cdot 10^{15} \text{ Hz}} = 6,64 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

4. Dünne Schichten

(6+2=8 Punkte)

a)



Die Strahlen (1) und (2) können interferieren; sie erfahren jeweils einen Phasensprung in A bzw. in B.

Gangunterschied: $\Delta s = 2 \cdot n_2 \cdot d$

Konstruktive Interferenz:

$$\Delta s = k \cdot \lambda \quad \text{mit } k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Dicke der dünnen Schicht: $2 \cdot n_2 \cdot d = k \cdot \lambda \Rightarrow d = \frac{k \cdot \lambda}{2 \cdot n_2}$ mit $k = 1, 2, 3, \dots$

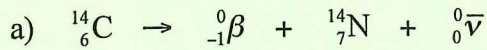
b) Mit $d = \frac{k \cdot \lambda}{2 \cdot n_2}$ erhält man für die Wellenlänge: $\lambda = \frac{2 \cdot n_2 \cdot d}{k}$ mit $k = 1, 2, 3, \dots$

Also: $\lambda = \frac{2 \cdot 2,1 \cdot 0,12 \mu\text{m}}{k} = \frac{0,504 \mu\text{m}}{k} = 504 \text{ nm}$ für $k = 1$



5. Radioaktivität

(2+5=7 Punkte)



b) Grundgesetz des radioaktiven Zerfalls:

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad \text{mit } \lambda \text{ als Zerfallskonstante}$$

Für die Aktivität $A = \lambda \cdot N$ gilt:

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

Zerfallskonstante:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{5730 \text{ a}} = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ a}^{-1}$$

Heutige Aktivität:

$$A(t = ?) = 5,2 \text{ min}^{-1} = 8,67 \cdot 10^{-2} \text{ Bq}$$

Für die seit dem Beginn der radioaktiven Zerfälle verstrichene Zeit erhält man:

$$\frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow -\lambda \cdot t = \ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right)$$

$$t = -\frac{1}{\lambda} \cdot \ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right) = -\frac{1}{1,21 \cdot 10^{-4} \text{ a}} \cdot \ln\left(\frac{8,67 \cdot 10^{-2} \text{ Bq}}{0,208 \text{ Bq}}\right) = 7230 \text{ a}$$

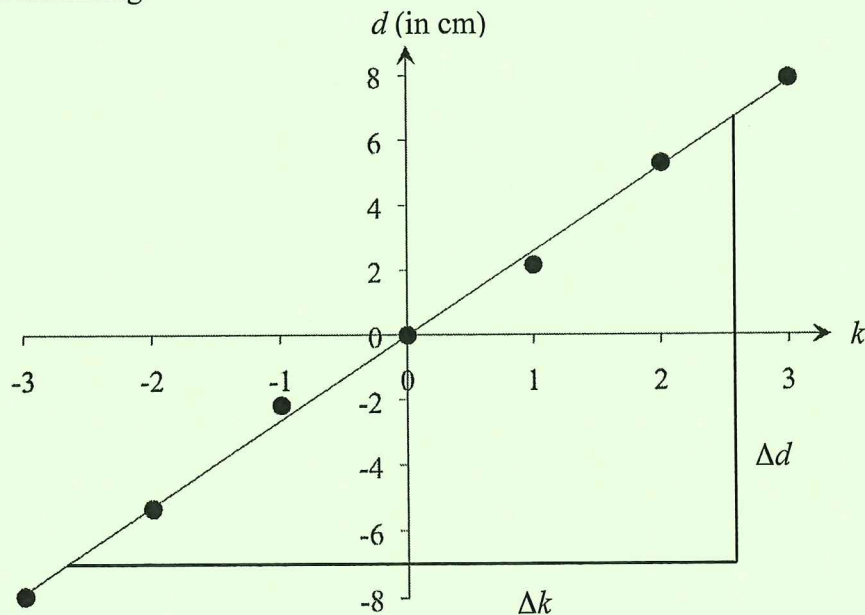
6. Versuchspraktikum: Doppelspalt

(4+4+2=10 Punkte)

a) Messwertetabelle:

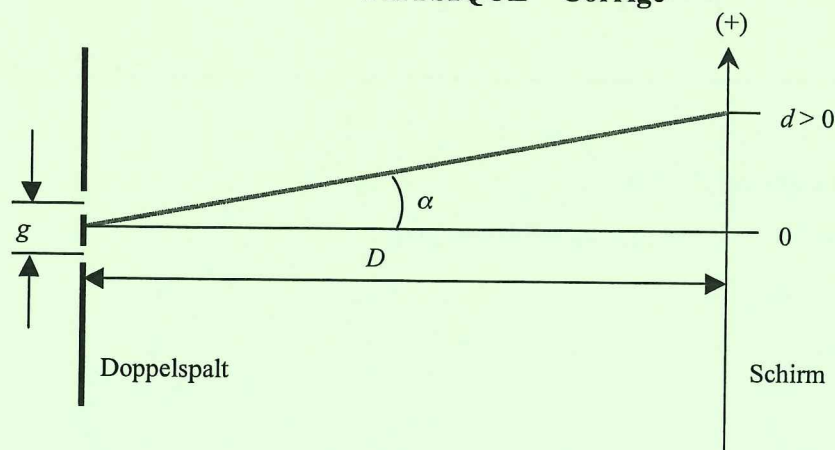
k	-3	-2	-1	0	1	2	3
d (in cm)	-7,95	-5,3	-2,15	0	2,15	5,3	7,9

Grafische Darstellung:



PHYSIQUE – Corrigé

b)



Beugungswinkel für die Helligkeitsmaxima:

$$\sin \alpha = \frac{\lambda}{g} \cdot k \text{ mit } k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$$

Für kleine Beugungswinkel gilt:

$$\sin \alpha \approx \tan \alpha = \frac{d}{D}$$

Daraus folgt:

$$\frac{d}{D} = \frac{\lambda}{g} \cdot k \Rightarrow d = \frac{D \cdot \lambda}{g} \cdot k \text{ mit } k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$$

Falls d grafisch gegen k aufgetragen wird, ergibt sich eine Gerade mit der Steigung:

$$\frac{\Delta d}{\Delta k} = \frac{D \cdot \lambda}{g}, \text{ woraus die Gitterkonstante folgt: } g = \frac{D \cdot \lambda}{\frac{\Delta d}{\Delta k}}$$

Mit der Steigung $\frac{\Delta d}{\Delta k} = 2,6 \text{ cm}$ aus dem Diagramm erhält man:

$$g = \frac{630 \text{ cm} \cdot 633 \text{ nm}}{2,6 \text{ cm}} = 1,53 \cdot 10^5 \text{ nm} = 0,153 \text{ mm}$$

c) Absolute Abweichung:

$$\Delta g = |0,153 \text{ mm} - 0,150 \text{ mm}| = 0,003 \text{ mm}$$

Relative Abweichung:

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{0,003 \text{ mm}}{0,150 \text{ mm}} = 0,02 = 2 \%$$

Punkteverteilung

Theorie	Aufgaben 1a, 1b, 1c, 2a, 4a	23 Punkte
Rechenaufgaben	Aufgaben 1d, 2b, 2c, 3, 4b, 5a, 5b	27 Punkte
Versuchspraktikum	Aufgaben 6a, 6b, 6c	10 Punkte



4/4