Lösungen des 2. Übungsexamens Physik II FS 2021

1 Optische Linse (8 Punkte)

(a) Für die Brennweite einer dünnen Linse gilt:

$$\begin{aligned}\frac{1}{f} &= \left(\frac{n}{n_{\text{Luft}}} - 1\right) \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \quad \textbf{(1 Punkt)}\\ &= \left(\frac{1.45}{1} - 1\right) \cdot \left(\frac{1}{-30\text{ cm}} - \frac{1}{25\text{ cm}}\right)\\ \Rightarrow f &= -30.3\,\text{cm} \quad \textbf{(1 Punkt)}\end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

(b) Aus der Abbildungsgleichung $1/g + 1/b = 1/f$ folgt:

$$\begin{aligned}b &= \frac{gf}{g-f} \quad \textbf{(1 Punkt)}\\ &= \frac{(80\,\text{cm}) \cdot (-30.3\,\text{cm})}{(80\,\text{cm}) - (-30.3\,\text{cm})}\\ &= -22.0\,\text{cm} \quad \textbf{(1 Punkt)}\end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

(c) Die Vergrösserung beträgt:

$$\begin{aligned}V &= -\frac{b}{g} \quad \textbf{(1 Punkt)}\\ &= -\frac{-22\,\text{cm}}{80\,\text{cm}}\\ &= 0.3 \quad \textbf{(1 Punkt)}\end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

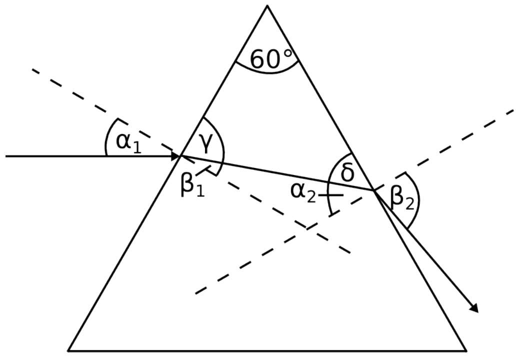
(d)
- Da $b < 0$, ist das Bild virtuell. **(1 Punkt)**
- Da $V > 0$, ist das Bild aufrecht. **(1 Punkt)**

(insgesamt 2 Punkte)

2 Prisma (6 Punkte)

Berechnung des ersten Brechungswinkels β_1 mit $\alpha_1 = 30°$:

$$\frac{n_{\text{Glas}}}{n_{\text{Luft}}} = \frac{\sin\alpha_1}{\sin\beta_1} \quad \textbf{(1 Punkt)}$$
$$\Rightarrow \beta_1 = \arcsin\left(\frac{\sin\alpha_1}{n_{\text{Glas}}}\right)$$
$$= \beta_1 = 19.3° \quad \textbf{(1 Punkt)}$$



Mit Hilfe dieses Winkels muss nun der Einfallswinkel auf der gegenüberliegenden Seite bestimmt werden. **(1 Punkt)** für die richtige Skizze.

$$90° = \beta_1 + \gamma$$
$$\Rightarrow \gamma = 70.7° \quad \textbf{(0.5 Punkte)}$$
$$180° = \gamma + 60° + \delta$$
$$\Rightarrow \delta = 49.3°$$
$$90° = \alpha_2 + \delta$$
$$\Rightarrow \alpha_2 = 40.7° \quad \textbf{(0.5 Punkte)}$$

Mit diesem Einfallswinkel wird nun der zweite Brechungswinkel berechnet.

$$\frac{\sin\alpha_2}{\sin\beta_2} = \frac{n_{\text{Luft}}}{n_{\text{Glas}}} \quad \textbf{(1 Punkt)}$$
$$\Rightarrow \beta_2 = \arcsin\left(n_{\text{Glas}}\sin\alpha_2\right)$$
$$= \beta_2 = 79.9° \quad \textbf{(1 Punkt)}$$

(insgesamt 6 Punkte)

3 Photoeffekt (8 Punkte)

(a) Für die Energie eines auftreffenden Photons gilt:

$$\begin{aligned} E_{Ph} &= hf = \frac{hc}{\lambda} \quad \textbf{(1 Punkt)} \\ &= \frac{6.626 \cdot 10^{-34}\ \text{Js} \cdot 2.9979 \cdot 10^{8}\ \text{m/s}}{300\ \text{nm}} \\ &= 4.13\ \text{eV} \quad \textbf{(1 Punkt)} \end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

(b) Die Ablösearbeit von Kalium kann aus den kinetischen Energien von Photonen und Elektronen berechenet werden:

$$\begin{aligned} W_{Abl} &= E_{Ph} - E_{kin,e} \quad \textbf{(1 Punkt)} \\ &= 4.13\ \text{eV} - 2.03\ \text{eV} \\ &= 2.10\ \text{eV} \quad \textbf{(1 Punkt)} \end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

(c) Es gilt für die kinetische Energie der Elektronen:

$$\begin{aligned} E_{kin,e} &= hf - W_{Abl} = \frac{hc}{\lambda} - W_{Abl} \quad \textbf{(1 Punkt)} \\ &= \frac{6.626 \cdot 10^{-34}\ \text{Js} \cdot 2.9979 \cdot 10^{8}\ \text{m/s}}{430\ \text{nm}} - 2.10\ \text{eV} \\ &= 0.78\ \text{eV} \quad \textbf{(1 Punkt)} \end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

(d) Für die Grenzwellenlänge gilt:

$$\begin{aligned} \lambda_{Grenz} &= \frac{hc}{W_{Abl}} \quad \textbf{(1 Punkt)} \\ &= \frac{6.626 \cdot 10^{-34}\ \text{Js} \cdot 2.9979 \cdot 10^{8}\ \text{m/s}}{2.1\ \text{eV}} \\ &= 590\ \text{nm} \quad \textbf{(1 Punkt)} \end{aligned}$$

(insgesamt 2 Punkte)

4 Radioaktiver Zerfall (7 Punkte)

(a) Es gilt das Zerfallsgesetz

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \quad \textbf{(1 Punkt)}$$

wobei N_0 Anzahl der anfangs vorhandenen, N Anzahl der nach der Zeit t vorhandenen gleichartigen Nuklide ist. In der Halbwertszeit $t = T_{1/2}$ zerfällt die Hälfte der Kerne, also $N = N_0/2$, womit für die Zerfallskonstante

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \quad \textbf{(1 Punkt)}$$

folgt.

Für Po-210 gilt:

$$T_{1/2} = 138\,\mathrm{d} \approx 1.19 \cdot 10^7\,\mathrm{s} \quad \text{daraus folgt} \quad \lambda = 5.82 \cdot 10^{-8}\,\mathrm{s}^{-1}$$

Für $N_0 = 10^6$ Kerne und $t = 24\,\mathrm{h} = 86400\,\mathrm{s}$ erhält man nach dem Zerfallsgesetz:

$$N(86400\text{ s}) \approx 995000$$

Es zerfallen also in 24 h:

$$\Delta N = N_0 - N \approx 5000 \text{ Kerne} \quad \textbf{(1 Punkt)}$$

Die Aktivität beträgt somit für $t = 1$ s:

$$A = \frac{\Delta N}{t} \approx 0.06\,\mathrm{Bq} \quad \textbf{(1 Punkt)}$$

(Alternative Berechnung mit $A = \lambda \cdot N(t)$ möglich).

(insgesamt 4 Punkte)

(b) Aus dem Zerfallsgesetz folgt mit $\lambda = \ln 2/T_{1/2}$ für die Aktivität als Anzahl der Kernzerfälle je Sekunde

$$A = -\frac{\mathrm{d}N}{\mathrm{d}t} = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = \lambda N$$

damit erhält man das Zerfallsgesetz in der Form

$$A = A_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-(\ln 2)t/T_{1/2}} \quad \textbf{(1 Punkt)}$$

Mit $A = A_F = 50\,\mathrm{kBq}$, $A_0 = 185\,\mathrm{kBq}$ und $t = nT_{1/2}$ (Abklingdauer) folgt daraus

$$A_0/A_F = e^{n \ln 2}$$
$$\Rightarrow n = \frac{\ln(A_0/A_F)}{\ln 2} = 1.89 \quad \textbf{(1 Punkt)}$$

Für Co-60 ist $T_{1/2} = 5.3\,\mathrm{a}$, somit:

$$t = n \cdot T_{1/2} = 10.0 \text{ a} \quad \textbf{(1 Punkt)}$$

(insgesamt 3 Punkte)