

Aufgaben zum Photoeffekt u.a. vom 20.05.2020

I. Mikrowellen und Mobilfunk

Bestimme die Wellenlängen λ für Mikrowellen

a: in einem Herd und im

Nach der Beziehung $\lambda \cdot f = c$ ergibt sich die Wellenlänge zu

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2455 \cdot 10^6 \text{ Hz}} = 12,2 \text{ cm}$$

b: Mobilfunk in Band 8.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{900 \cdot 10^6 \text{ Hz}} = 33,3 \text{ cm}$$

II. Cäsium-Photozelle

Sichtbares Licht trifft auf eine Cäsium-Photozelle. Die Austrittsarbeit von Cäsium ist $W_A = 2,14 \text{ eV}$.

a: Im f - W -Diagramm des Photoeffekts schneidet die Gerade die f -Achse an einer bestimmten Stelle, sozusagen einer Nullstelle der Funktion. Bestimme diese Frequenz f_{Grenz} .

$$\begin{aligned} W &= hf_{\text{Grenz}} - W_A \stackrel{!}{=} 0 \\ hf_{\text{Grenz}} &= W_A \\ f_{\text{Grenz}} &= \frac{W_A}{h} = \frac{2,14 \text{ eV}}{4,14 \cdot 10^{-15} \text{ eVs}} = 5,17 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \end{aligned}$$

b: Bestimme auch die zu f_{Grenz} passende Wellenlänge λ_{Grenz} .

Nach $\lambda \cdot f = c$ ergibt sich die Grenzwellenlänge zu

$$\lambda_{\text{Grenz}} = \frac{c}{f_{\text{Grenz}}} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5,17 \cdot 10^{14} \text{ Hz}} = 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 580 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 580 \text{ nm}$$

c: Welche Frequenzen des Lichts können den Photoeffekt bei dieser Photozelle auslösen, d.h. Elektronen aus dem Metall herausschlagen?

Nur für Frequenzen $f > f_{\text{Grenz}} = 5,17 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ ergibt sich eine positive kinetische Energie der Elektronen.

- d: Welche Wellenlängen des Lichts können den Photoeffekt bei dieser Photozelle auslösen?

Große Frequenz heißt kleine Wellenlänge. Also ist der Photoeffekt nur möglich für Wellenlängen $\lambda < \lambda_{\text{Grenz}} = 580 \text{ nm}$.

- e: Ein handelsüblicher Laserpointer hat eine Wellenlänge von $\lambda_{\text{Laser}} = 650 \text{ nm}$. Kann dieses Licht Elektronen auslösen?

Da die Grenzwellenlänge $\lambda_{\text{Grenz}} = 580 \text{ nm}$ ist, ist die Wellenlänge der Laserpointers zu groß.

III. Kalium-Photozelle

Licht mit einer Wellenlänge von 300 nm fällt auf Kalium. Die emittierten (d.h. ausgelösten) Elektronen haben eine maximale kinetische Energie von $2,03 \text{ eV}$.

- a: Bestimme die Energie der einfallenden Photonen.

$$W_{\text{ph}} = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{4,14 \cdot 10^{-15} \text{ eVs} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{300 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 4,14 \text{ eV}$$

- b: Bestimme damit die Austrittsarbeit für Kalium.

Die maximale kinetische Energie der ausgelösten Elektronen ist die Differenz aus Photonenenergie und Austrittsarbeit.

$$W_{\text{kin}} = W_{\text{ph}} - W_{\text{A}} \implies W_{\text{A}} = W_{\text{ph}} - W_{\text{kin}} = 4,14 \text{ eV} - 2,03 \text{ eV} = 2,11 \text{ eV}$$