

Anwendungen zum Fotoeffekt

- Eine Fotozelle besteht aus dem Kathodenmaterial Barium mit einer Austrittsarbeit von $W_A=2,52\text{eV}$.

 - Entscheiden und begründen Sie, ob mit rotem Licht Photoelektronen herausgelöst werden können.
 - Welche kinetische Energie besitzen die heraus gelösten Photoelektronen bei Licht der Wellenlänge 430nm ?
 - Welche maximale Geschwindigkeit besitzen die herausgelösten Photoelektronen der Aufgabe b)?
Begründen Sie, weshalb auch Photoelektronen geringerer Geschwindigkeit existieren.
 - Bestimmen Sie die Wellenlänge und Frequenz des Lichtes bei denen Photoelektronen mit einer maximalen Geschwindigkeit von $v=2,9 \cdot 10^5\text{m/s}$ ermittelt wurden.
- Messungen des lichtelektrischen Effektes nach der Gegenfeldmethode ergaben an einer Fotozelle die folgenden Werte: $\lambda_1 = 288\text{nm} \rightarrow U_{G\text{max}1} = 0,268\text{V}$ und $\lambda_2 = 215\text{nm} \rightarrow U_{G\text{max}2} = 1,73\text{V}$

 - Leiten Sie eine allgemeine Gleichung zur Berechnung des Planckschen Wirkungsquantums aus dieses Größen her und bestimmen Sie den Wert.
 - Ermitteln Sie die Grenzfrequenz und Ablösearbeit des verwendeten Metalls der Fotozelle.
 - Um welches Kathodenmaterial könnte es sich handeln?
- Die Messung an einer Fotozelle ergab bei Licht mit $\lambda=420\text{nm}$ eine maximale Gegenspannung $U_{G\text{max}}=0,87\text{V}$.

 - Bestimmen Sie die Ablösearbeit und Grenzfrequenz des Kathodenmaterials.
 - Berechnen Sie die Energie und Geschwindigkeit der Photoelektronen bei Bestrahlung mit Licht der Frequenz $f=6,25 \cdot 10^{14}\text{Hz}$
 - Ermitteln Sie die Farbe des Lichtes, wenn Elektronen mit einer maximalen Bewegungsenergie von $E_{\text{kin}}=0,06\text{eV}$ gemessen wurden.
- Die negativ geladene Zinkplatte beim Hallwachs-Experiment wurde mit einer Quecksilberlampe beleuchtet. Die Platte wurde daraufhin entladen.

 - Begründen Sie, weshalb die Entladung bei einer dazwischen befindlichen Glasplatte nicht erfolgte.
 - Für welche Frequenzen bzw. Wellenlängen findet an einer Zinkplatte der Fotoeffekt statt?
In welchem spektralen Bereich liegen diese Frequenzen?

Lösungen:

- rotes Licht: $\lambda > 620\text{nm}$ $f_G < 4,84 \cdot 10^{14}\text{Hz}$ $W_A = h \cdot f_G = 3,2 \cdot 10^{-19}\text{J} = 2,0\text{eV} < W_A(\text{Ba})$
 - $430\text{nm} \rightarrow f = 6,98 \cdot 10^{14}\text{Hz}$ $E_{\text{kin}} = h \cdot f - W_A = 0,365\text{eV} = 5,85 \cdot 10^{-20}\text{J}$
 - $v = \sqrt{\frac{2E}{m_e}} = 3,58 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Elektronen, die aus tieferen Schichten des Metalls herausgelöst werden benötigen mehr Energie zum Herauslösen. E_{kin} ist dann geringer.
 - $E_{\text{kin}} = \frac{m}{2} v^2 = 3,83 \cdot 10^{-20}\text{J} = 0,24\text{eV}$ $f = \frac{E_{\text{kin}} + W_A}{h} = 6,67 \cdot 10^{14}\text{Hz}$ $\lambda \approx 450\text{nm}$
- $h = \frac{\Delta E}{\Delta f} = \frac{E_2 - E_1}{f_2 - f_1} = \frac{e \cdot U_2 - e \cdot U_1}{\frac{c}{\lambda_2} - \frac{c}{\lambda_1}} = \frac{e \cdot (U_2 - U_1)}{c \cdot (\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1})} = 6,623 \cdot 10^{-34}\text{Js}$
 - $W_A = h \cdot f - E_{\text{kin}} = h \cdot \frac{c}{\lambda} - e \cdot U = 6,473 \cdot 10^{-19}\text{J} = 4,04\text{eV}$ $f_G = \frac{W_A}{h} = 9,77 \cdot 10^{14}\text{Hz}$
 - Tafelwerk: **Cadmium**
- Ansatz: s. Aufgabe 2b) $W_A = 3,34 \cdot 10^{-19}\text{J} = 2,08\text{eV}$ $f_G = 5,04 \cdot 10^{14}\text{Hz}$
 - $E_{\text{kin}} = h \cdot f - W_A = 8 \cdot 10^{-20}\text{J}$ $v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = 4,2 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
 - $f = \frac{E_{\text{kin}} + W_A}{h} = 5,18 \cdot 10^{14}\text{Hz}$ $\lambda \approx 578\text{nm}$ (gelb)
- Die Glasplatte absorbiert die kurzwelligeren Anteile des Lichtes
 - $W_A = 4,27\text{eV} = 6,84 \cdot 10^{-19}\text{J}$ $f_G = 1,03 \cdot 10^{15}\text{Hz}$ $\lambda_G = 291\text{nm}$
Fotoeffekt tritt auf für Frequenzen $f > f_G$ bzw. Wellenlängen $\lambda < \lambda_G$ (ultraviolett)