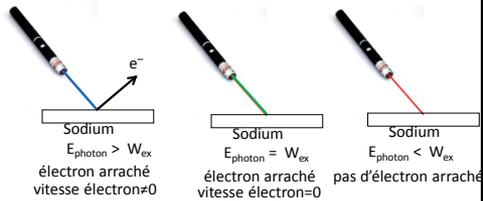


Rappel :

$$E_{\text{photon}} = W_{\text{ex}} + E_{\text{Célectron}}$$



Correction exercices chapitre 23 : L'effet photoélectrique.

Exercice 1 :

P (mW)	2,0	4,0	6,0	8,0
I_{sat} (mA)	2,73	5,46	8,20	11,0
P/I_{sat} (W/A)	0,73	0,73	0,73	0,73

P et I_{sat} sont proportionnels

$$P = 0,73 \times I_{\text{sat}}$$

2.

$$P = 0,73 \times I_{\text{sat}} \quad \begin{matrix} \swarrow \text{mW} \\ \searrow \text{mA} \end{matrix}$$

$$I_{\text{sat}} = \frac{P}{0,73} = \frac{13,8}{0,73} = 19 \text{ mA}$$

3.

$$E_{\text{photon}} = W_{\text{ex}} + E_{\text{Célectron}}$$

$$E_{\text{Célectron}} = E_{\text{photon}} - W_{\text{ex}} = \frac{h \cdot c}{\lambda} - W_{\text{ex}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{555 \cdot 10^{-9}} - 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$E_{\text{Célectron}} = 1,98 \cdot 10^{-19} \text{ J} = \frac{1,98 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 1,24 \text{ eV}$$

Exercice 2 :

1. Fréquence seuil ν_s : fréquence de l'onde électromagnétique pour laquelle un électron est arraché mais immobile ($v=0$ m/s).

$$E_{\text{photon}} = W_{\text{ex}} + E_{\text{Célectron}}$$

$$E_{\text{photon}}(\text{seuil}) = W_{\text{ex}} + 0$$

$$h \cdot \nu_s = W_{\text{ex}}$$

$$\nu_s = \frac{W_{\text{ex}}}{h} = \frac{3,36 \times 1,60 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 8,11 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\lambda_s = \frac{c}{\nu_s} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{8,11 \cdot 10^{14}} = 3,70 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 370 \text{ nm}$$

2.

$$E_{\text{photon}} = W_{\text{ex}} + E_{\text{Célectron}}$$

$$E_{\text{Célectron}} = E_{\text{photon}} - W_{\text{ex}} = \frac{h \cdot c}{\lambda} - W_{\text{ex}}$$

$$E_{\text{Célectron}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{0,250 \cdot 10^{-6}} - 3,36 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 2,58 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_{\text{Célectron}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times E_{\text{C}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 2,58 \cdot 10^{-19}}{9,11 \cdot 10^{-31}}} = 7,53 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

3. La lumière produite par un arc électrique est de la lumière blanche donc $\lambda \in [400; 800 \text{ nm}]$, le verre n'absorbe pas les radiations telles que $\lambda_s > 420 \text{ nm}$.

Or $420 \text{ nm} > 370 \text{ nm} : \lambda_s$
donc l'effet photoélectrique n'est pas observable pour ces radiations, dont $\lambda > \lambda_s$.

Exercice 3 :

1.

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{0,425 \cdot 10^{-6}} = 7,06 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$E_{\text{photon}} = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{0,425 \cdot 10^{-6}} = 4,68 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

2.

$$E_{\text{photon}} = W_{\text{ex}} + E_{\text{Célectron}}$$

$$E_{\text{Célectron}} = E_{\text{photon}} - W_{\text{ex}} = E_{\text{photon}} - q(e^-) \times U_0 = 4,68 \cdot 10^{-19} - (-1,6 \cdot 10^{-19} \times (-1,00))$$

$$E_{\text{Célectron}} = 3,08 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

3.

$$E_{\text{photon}} = W_{\text{ex}} + E_{\text{Célectron}}$$

$$E_{\text{photon}}(\text{seuil}) = W_{\text{ex}} + 0$$

$$h \cdot \nu_s = W_{\text{ex}}$$

$$\nu_s = \frac{W_{\text{ex}}}{h} = \frac{1,60 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 2,41 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\lambda_s = \frac{c}{\nu_s} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{2,41 \cdot 10^{14}} = 1,24 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1240 \text{ nm}$$

$$P_{\text{lumière}} = \frac{E_{\text{lumière}}}{\Delta t} = \frac{N \cdot E_{\text{photon}}}{\Delta t} \quad N: \text{ nbre de photons}$$

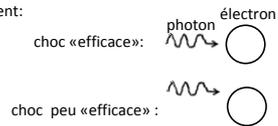
$$N = \frac{P_{\text{lumière}} \times \Delta t}{E_{\text{photon}}} = \frac{1,00 \times 1,00}{4,68 \cdot 10^{-19}} = 2,14 \cdot 10^{18} \text{ photons}$$

5. Quand $I = I_{\text{sat}}$, tous les photons émis par la cathode sont récupérés à l'anode et engendrent le courant I_{sat} :

$$I_{\text{sat}} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{N' \cdot e}{\Delta t} \quad (I > 0)$$

$$N' = \frac{I \cdot \Delta t}{e} = \frac{2,00 \cdot 10^{-3} \times 1,00}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 1,25 \cdot 10^{16} \text{ électrons}$$

Conclusion : $N > N'$ donc à la cathode, le nombre de photons reçus est supérieur au nombre d'électrons émis. Tous les photons ne sont « efficaces », ils possèdent une énergie suffisante mais certains ne frappent pas d'électrons ou ne frappent pas les électrons convenablement:



Exercice 4 :

Données : $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ $m(\text{électron}) = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
 Un faisceau lumineux de radiation monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 468 \text{ nm}$ éclaire la cathode d'une cellule photoélectrique dont le travail d'extraction vaut $2,58 \text{ eV}$.

1. Le faisceau lumineux éjecte-t-il des électrons de la cathode ?
2. Si oui, déterminer la vitesse des électrons éjectés.

1.
$$E_{\text{photon}} = W_{\text{ex}} + E_{\text{Célectron}}$$

- Si $E_{\text{photon}} > W_{\text{ex}}$ alors des électrons sont éjectés.

- $E_{\text{photon}} = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{468 \cdot 10^{-9}} = 4,25 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

- $W_{\text{ex}} = 2,58 \times 1,60 \cdot 10^{-19} = 4,13 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$E_{\text{photon}} > W_{\text{ex}}$ donc des électrons sont éjectés.

2. $E_{\text{Célectron}} = E_{\text{photon}} - W_{\text{ex}} = 0,12 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$$E_{\text{Célectron}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times E_{\text{C}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,12 \cdot 10^{-19}}{9,11 \cdot 10^{-31}}} = 1,6 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$