



CORRECTION Fiche exercices COURS 16

« La lumière : un flux de photons mais pas que ! »

Exercice 1

1) Afin d'extraire un électron d'une plaque de cuivre, celui-ci doit avoir une énergie égale au travail d'extraction du cuivre

$$E_1 = h\nu_1 = W_{\text{ex-cu}} = 4,71 \text{ eV}$$

$$\text{avec } 1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\Rightarrow E_1 = 4,71 \times 1,60 \cdot 10^{-19} \\ = 7,53 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

2) Calcul de la fréquence ν_1

$$E_1 = h\nu_1 \Rightarrow \nu_1 = \frac{E_1}{h} = \frac{7,53 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34}} \\ \Rightarrow \nu_1 = 1,14 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

ou autre méthode

$$c = \lambda_1 \nu_1 \Rightarrow \lambda_1 = \frac{c}{\nu_1} \\ \Rightarrow \lambda_1 = \frac{3,00 \cdot 10^8}{1,14 \cdot 10^{15}} = 2,63 \cdot 10^{-7} \text{ m} \\ = 263 \text{ nm}$$

Calcul de la longueur d'onde λ_1

$$\text{on a } c = \frac{\lambda_1}{T_1} = \lambda_1 \times \nu_1 \Rightarrow \nu_1 = \frac{c}{\lambda_1}$$

$$\text{donc } E_1 = h\nu_1 = h \frac{c}{\lambda_1} \\ \Rightarrow \lambda_1 = \frac{hc}{E_1} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{7,53 \cdot 10^{-19}}$$

$$\Rightarrow \lambda_1 = 2,64 \cdot 10^{-7} \text{ m} \\ = 264 \text{ nm}$$

Cette longueur d'onde correspond à une radiation dans les UV

3) $E_2 = 2E_1$

La conservation de l'énergie permet d'écrire :

$$E_2 = W_{\text{ex-cu}} + E_{\text{cmax}} = W_{\text{ex-cu}} + \frac{1}{2} m_e v_{\text{max}}^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m_e v_{\text{max}}^2 = E_2 - W_{\text{ex-cu}} = 2E_1 - E_1 = E_1$$

$$\Rightarrow v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2E_1}{m_e}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 7,53 \cdot 10^{-19}}{9,109 \cdot 10^{-31}}} = 1,29 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$= 1,29 \cdot 10^6 \times 10^{-3} \times 60 \times 60 \text{ km/h}$$

$$= 4,64 \cdot 10^6 \text{ km/h}$$

Exercice 2

1. Calcul de l'énergie du photon reçu

$$E_{\text{photon}} = h\nu = h \cdot \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \times \frac{3,00 \cdot 10^8}{430 \cdot 10^{-9}}$$

$$\Rightarrow E_{\text{photon}} = 4,06 \cdot 10^{-19} \text{ J} = \frac{4,06 \cdot 10^{-19}}{1,60 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} = 2,54 \text{ eV}$$

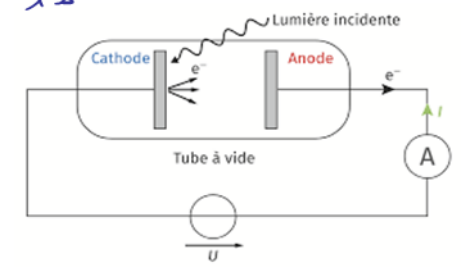
On a donc $E_{\text{photon}} > W_{\text{ext. K}}$ il y a donc extraction d'électrons.

2. Calcul du nombre N_{photon} reçu en 1 s

On a la puissance reçue P_{lum}

or $P_{\text{lum}} = \frac{E_{\text{lum}}}{\Delta t}$ où E_{lum} est l'énergie reçue donc $E_{\text{lum}} = N_{\text{photon}} \times E_{\text{photon}}$.

$$\Rightarrow E_{\text{lum}} = N_{\text{photon}} \times E_{\text{photon}} = P_{\text{lum}} \times \Delta t$$



$$\Rightarrow N_{\text{photon}} = \frac{P_{\text{lum}} \times \Delta t}{E_{\text{photon}}} \quad \text{En prenant } \Delta t = 1,00 \text{ s}$$

$$= \frac{4,50 \cdot 10^{-7} \times 1,00}{4,06 \cdot 10^{-19}} = 1,11 \cdot 10^{12} \text{ photons reçus}$$

3. Calcul du nombre d'électrons arrachés N_{e^-}

$$I = \left| \frac{\Delta Q}{\Delta t} \right| \text{ avec } \Delta Q = N_{e^-} \times q_e$$

$$\Rightarrow I = \frac{N_{e^-} \times q_e}{\Delta t} \Rightarrow N_{e^-} = \frac{I \Delta t}{q_e}$$

$$\Rightarrow N_{e^-} = \frac{2,00 \cdot 10^{-8} \times 1,00}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 1,25 \cdot 10^{11} \text{ électrons arrachés} < N_{\text{photon}}$$

4. Calcul du rendement η

$$\eta = \frac{N_{e^-}}{N_{\text{photon}}} = \frac{1,25 \cdot 10^{11}}{1,11 \cdot 10^{12}} = 0,113 \text{ soit } 11,3\%$$

Exercice 3 :

1. Le flux surfacique $\varphi = 1000 \text{ W/m}^2$

donc on utilise les courbes jaunes.

On lit $P_{\max} = 280 \text{ W}$

2. On lit sur la courbe jaune en pointillé

$U_{\max} = 35 \text{ V}$

Sachant que $P_{\max} = U_{\max} \times I_{\max}$

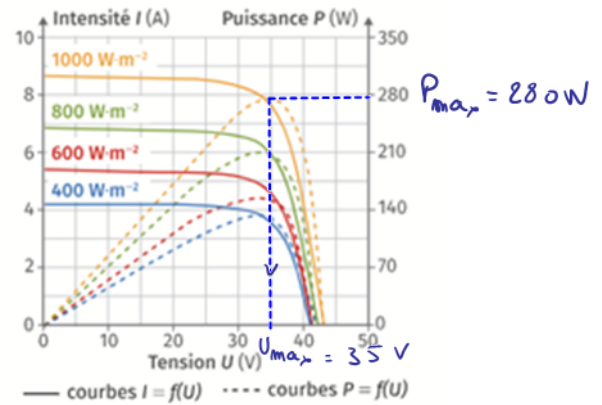
$$\Rightarrow I_{\max} = \frac{P_{\max}}{U_{\max}} = \frac{280}{35} = 8,0 \text{ A}$$

3. Calcul de la puissance lumineuse reçue P_{lum}

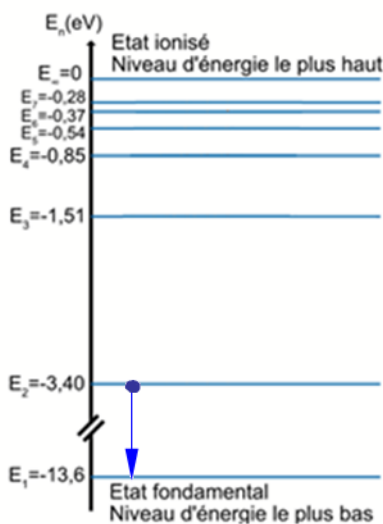
$$P_{\text{lum}} = \varphi \times S = 1000 \times 1,520 \times 1,475 = 2,24 \cdot 10^3 \text{ W}$$

4. Calcul du rendement η

$$\eta = \frac{P_{\max}}{P_{\text{lum}}} = \frac{280}{2,24 \cdot 10^3} = 0,125 \text{ soit } 12,5\%$$



Exercice 4:



a - Calcul de la variation d'énergie $|\Delta E|$ qui est égale à l'énergie du photon émis E_{photon}

$$|\Delta E| = |E_{\text{final}} - E_{\text{initial}}| = |E_1 - E_2|$$

$$= |-13,6 - (-3,40)| = 10,2 \text{ eV}$$

$$= 10,2 \times 1,60 \cdot 10^{-19}$$

$$= 1,63 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

Attention, l'énergie doit être convertie en joule pour la suite.

Calcul de la longueur d'onde λ' du photon émis

$$E_{\text{photon}} = h \times \frac{c}{\lambda'} = |\Delta E|$$

$$\Rightarrow \lambda' = \frac{h \cdot c}{|\Delta E|} = \frac{6,62618 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{1,63 \cdot 10^{-18}}$$

$$\Rightarrow \lambda' = 1,22 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$= 1,22 \cdot 10^{-7} \times 10^9 \text{ nm} \quad \text{+ grand}$$

$$= 122 \text{ nm}$$

λ' est $< 380 \text{ nm}$. Le photon émis n'est pas dans le visible mais dans les UV

b. Calcul de l'énergie du photon absorbée

$$E_{\text{photon}}'' = h \nu'' = 6,62618 \cdot 10^{-34} \times 2,91 \cdot 10^{15} = 1,93 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

$$= \frac{1,93 \cdot 10^{-18}}{1,60 \cdot 10^{-19}} \text{ J} = 12,1 \text{ eV}$$

mais $E_{\text{photon}}'' = |\Delta E|$

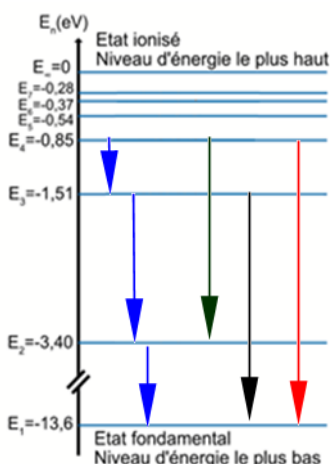
$$= |E_{\text{final}} - E_1| = 12,1 \text{ eV}$$

$$\Rightarrow |E_{\text{final}} - (-13,6)| = |E_{\text{final}} + 13,6| = 12,1 \text{ eV}$$

$$\Rightarrow E_{\text{final}} = -1,51 \text{ eV}$$

Le niveau atteint est le niveau E_3

c -



Transition du niveau E_4 vers E_3

$$|\Delta E_{4 \rightarrow 3}| = h \times \frac{c}{\lambda_{4 \rightarrow 3}} = |E_3 - E_4| = |-1,51 - (-0,85)|$$

$$= 0,66 \text{ eV}$$

$$\Rightarrow \lambda_{4 \rightarrow 3} = h \times \frac{c}{|\Delta E_{4 \rightarrow 3}|} \quad \leftarrow \Delta \text{ en joule}$$

$$= \frac{6,62618 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{0,66 \times 1,60 \cdot 10^{-19}}$$

$$= 1,89 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$= 1,89 \cdot 10^3 \text{ nm} \rightarrow \text{IR}$$

Transition du niveau E_4 vers E_2

$$|\Delta E_{4 \rightarrow 2}| = h \times \frac{c}{\lambda_{4 \rightarrow 2}} = |E_2 - E_4| = |-3,40 - (-0,85)| \\ = 2,55 \text{ eV}$$

$$\Rightarrow \lambda_{4 \rightarrow 2} = h \times \frac{c}{|\Delta E_{4 \rightarrow 2}|}$$

$$= 6,62618 \cdot 10^{-34} \times \frac{3,00 \cdot 10^8}{2,55 \times 1,60 \cdot 10^{-19}}$$

$$= 4,87 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$= 487 \text{ nm} \rightarrow \text{Domaine du visible (violet-bleu)}$$

