

Correction : Effet photoélectrique et panneaux photovoltaïque

Partie I :

1.

$$\mathcal{E}_{\text{photon}} \text{ en J} = \frac{h \text{ en J}\cdot\text{s} \times c \text{ en m}\cdot\text{s}^{-1}}{\lambda \text{ en m}}$$

$$\mathcal{E}_{\text{photon}_1} = \frac{h \times c}{\lambda_1}$$

$$\mathcal{E}_{\text{photon}_1} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}}{400 \times 10^{-9} \text{ m}}$$

$$\mathcal{E}_{\text{photon}_1} = 4,97 \times 10^{-19} \text{ J.}$$

2. Si on n'observe pas d'effet photoélectrique lorsque la longueur d'onde est $\lambda_2 = 700 \text{ nm}$, c'est que l'énergie de chaque photon n'est alors pas suffisante pour extraire un électron, elle est donc inférieure au travail d'extraction.

3. Le modèle ondulatoire prévoit que l'énergie lumineuse augmente avec la durée d'éclairement. Avec ce modèle, une augmentation de la durée d'éclairement devrait permettre d'extraire des électrons. Ce n'est pas ce qui est observé. L'effet photoélectrique a donc remis en cause le modèle ondulatoire de la lumière.

4. L'énergie du photon permettant d'extraire un électron est en partie utilisée pour extraire un électron. L'excédent est communiqué à l'électron sous forme d'énergie cinétique.

Pour un électron proche de la surface du métal, la loi de conservation de l'énergie impose

$$E_{\text{photon}} = W_{\text{extraction}} + E_{c \text{ max.}}$$

L'énergie cinétique maximale de l'électron est alors :

$$\text{On a } W_{\text{extraction}} = 2,29 \text{ eV} = 3,66 \times 10^{-19} \text{ J.}$$

$$\text{Donc } E_{c \text{ max}} = 4,97 \times 10^{-19} - 3,66 \times 10^{-19} = 1,31 \times 10^{-19} \text{ J.}$$

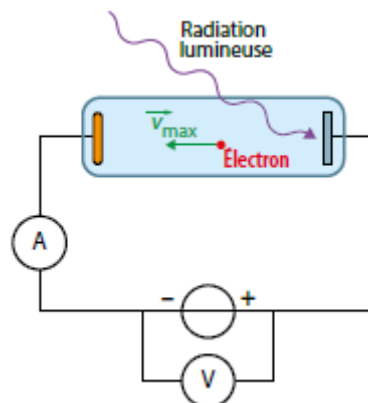
$$\text{De plus, } E_{c \text{ max}} = \frac{1}{2} \times m_e \times v_{\text{max}}^2$$

La valeur de la vitesse maximale d'un électron est donc :

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2 \mathcal{E}_{c \text{ max}}}{m_e}},$$

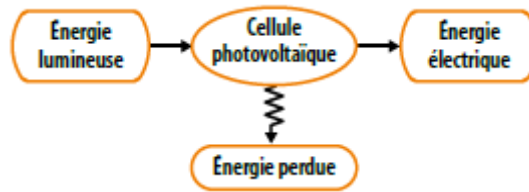
$$\text{soit } v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2 \times 1,31 \times 10^{-19} \text{ J}}{9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}}} = 5,36 \times 10^5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}.$$

5.



Partie II :

1.



2. a. On relève, pour un éclairement de $1\,000\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, une puissance maximale de 180 W .

b. La tension de fonctionnement est alors proche de 24 V .

c. On a alors :

$$I = \frac{\mathcal{P}_{\text{elec}}}{U}, \text{ soit } I = \frac{180\text{ W}}{24\text{ V}} = 7,5\text{ A}.$$

3. Le rendement est :

$$\eta = \frac{\mathcal{P}_{\text{elec}}}{\mathcal{P}_{\text{lum}}}.$$

La puissance lumineuse reçue par le panneau est proportionnelle à la puissance lumineuse surfacique et à la surface.

De plus, $\text{surface} = \text{longueur} \times \text{largeur}$. Donc :

$$\begin{aligned} \mathcal{P}_{\text{lum}} (\text{en W}) &= E (\text{en W}\cdot\text{m}^{-2}) \times S (\text{en m}^2) \\ \mathcal{P}_{\text{lum}} &= 1\,000\text{ W}\cdot\text{m}^{-2} \times 1\,318 \times 10^{-3}\text{ m} \times 994 \times 10^{-3}\text{ m} \\ \mathcal{P}_{\text{lum}} &= 1,31 \times 10^3\text{ W} \end{aligned}$$

La puissance électrique maximale a été déterminée précédemment :

$$\mathcal{P}_{\text{elec}} = 180\text{ W}$$

Donc le rendement maximal est :

$$\eta = \frac{180\text{ W}}{1,31 \times 10^3\text{ W}} = 0,137 \text{ ou } 13,7\%.$$

4. a. Lorsque l'éclairement est de $1\,000\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, la puissance électrique maximale d'un panneau est égale à 180 W .

Dans ces conditions, pour produire $3,5\text{ kWc}$ il faut :

$$3,5 \times 10^3 / 180 = 19,4 \text{ panneaux, soit } 20 \text{ panneaux.}$$

b. L'énergie lumineuse par unité de surface reçue à Lyon cumulée sur une année est égale à $1\,450\text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}$.

Avec 20 panneaux, l'énergie lumineuse reçue sera :

$$E_{\text{lum}} = 1\,450\text{ kW}\cdot\text{h} \times 1\,318 \times 10^{-3} \times 994 \times 10^{-3}\text{ m} \times 20 = 3,80 \times 10^4\text{ kW}\cdot\text{h}.$$

Le rendement étant 10% , l'énergie électrique produite sera $E_{\text{elec}} = 3,80 \times 10^3\text{ kW}\cdot\text{h}$.

Avec un prix de vente égal $0,20\text{ €/kW}\cdot\text{h}$, le revenu sera :

$$3,80 \times 10^3\text{ kW}\cdot\text{h} \times 0,20\text{ €/kW}\cdot\text{h} = 760\text{ €}.$$