Bac 2026 Amérique du nord Jour 1 **Correction © https://www.labolycee.org**

Exercice2 : L'effet photoélectrique et ses applications (6 points)

Données :
- Constante de Planck : $h = 6{,}63\times10^{-34}$ J.s ;
- Travail d'extraction du zinc : W_{ext} (Zn) = 4,3 eV;
- Masse d'un électron : $m_e = 9{,}11\times10^{-31}$ kg ;
- 1 eV = $1{,}60\times10^{-19}$ J;
- La vitesse de la lumière dans le vide c est supposée connue ;
- Relation donnant l'énergie d'un photon : $E = h\cdot\nu = h\cdot\dfrac{c}{\lambda}$.

Q.1. Décrire l'effet photoélectrique.

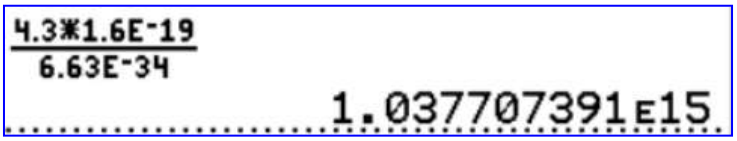
C'est le phénomène d'éjection d'électrons d'un métal sous l'effet de la lumière. Cet effet s'explique grâce au modèle particulaire de la lumière : celle-ci est composée de particules (les photons) dont l'énergie individuelle est suffisante pour arracher un électron à un métal.

Q.2. Calculer la fréquence seuil ν_S permettant une émission photoélectrique pour le zinc.

$W_{ext} = h\cdot\nu_S$

$\nu_S = \dfrac{W_{ext}}{h}$

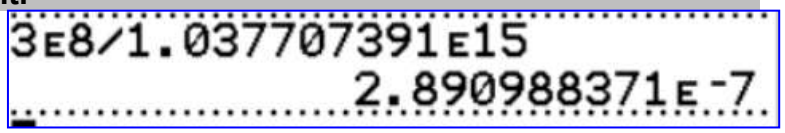
$\nu_S = \dfrac{4{,}3\text{eV}\times1{,}60\times10^{-19}\text{J}\cdot\text{eV}^{-1}}{6{,}63\times10^{-34}\text{J.s}} = 1{,}0\times10^{15}\text{Hz}$



Q.3. En déduire la longueur d'onde correspondante et préciser le domaine des ondes électromagnétiques auquel elle appartient.

$\lambda_S = \dfrac{c}{\nu_S}$

$\lambda_S = \dfrac{3{,}00\times10^{8}\text{m.s}^{-1}}{1{,}0\times10^{15}\text{s}^{-1}} = 2{,}9\times10^{-7}\text{m}$ (289 nm sans tenir compte des chiffres significatifs).



λ < 400 nm donc domaine des ultraviolets.

Remarque : Le calcul est toujours effectué avec les valeurs non arrondies ($1{,}037707391\times10^{15}\text{s}^{-1}$) même s'il est écrit avec une valeur arrondie ($1{,}0\times10^{15}$ s^{-1}).

On éclaire la plaque de zinc avec une radiation de longueur d'onde λ = 250 nm.

Q.4. Justifier que l'effet photoélectrique se produit.

$E_{photon} = h\cdot\dfrac{c}{\lambda}$ et $W_{ext} = \dfrac{h\cdot c}{\lambda_S}$

comme $\lambda < \lambda_S$ alors $E_{photon} > W_{ext}$ le photon possède assez d'énergie pour arracher un électron.

Q.5. Montrer, en réalisant un bilan d'énergie, que l'expression de la vitesse d'éjection *v* des électrons en fonction de ν, ν_S, *h* et m_e, est égale à $v = \sqrt{\dfrac{2h\cdot(\nu-\nu_S)}{m_e}}$.

L'équation d'Einstein pour l'effet photoélectrique s'écrit $E_{photon} = W_{ext} + E_C$

$$h\cdot\nu = h\cdot\nu_S + \frac{1}{2}.m_e.v^2$$

$$\frac{1}{2}.m_e.v^2 = h\cdot\nu - h\cdot\nu_S$$

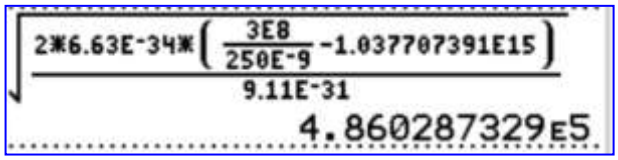
$$m_e.v^2 = 2h\cdot(\nu-\nu_S)$$

$$v = \sqrt{\frac{2h\cdot(\nu-\nu_S)}{m_e}}$$

Q.6. Calculer la valeur de cette vitesse.

On a $\nu = \dfrac{c}{\lambda}$ donc

$$v = \sqrt{\dfrac{2 \times 6{,}63 \times 10^{-34} \times \left(\dfrac{3{,}00 \times 10^{8}}{250 \times 10^{-9}} - 1{,}0 \times 10^{15} \right)}{9{,}11 \times 10^{-31}}} = 4{,}9 \times 10^{5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$



Q.7. Identifier le paramètre de la radiation qui a une influence sur la valeur de la vitesse. Préciser le sens dans lequel il faut le modifier pour augmenter la valeur de la vitesse.

Dans l'expression $v = \sqrt{\dfrac{2h \cdot (\nu - \nu_S)}{m_e}}$ seule la fréquence ν n'est pas constante, c'est donc le paramètre qui a une influence sur la valeur de la vitesse.
Pour augmenter la vitesse, il faut augmenter cette fréquence.

2. Étude d'un panneau photovoltaïque

Donnée :
Puissance lumineuse reçue : $P_{lum} = E \times S$, avec E l'éclairement en $W \cdot m^{-2}$ et S la surface utile du convertisseur en m^2.

Les cellules photovoltaïques installées sur le toit des habitations fonctionnent grâce à l'effet photoélectrique. Un particulier souhaite poser des panneaux sur sa toiture afin de diminuer sa facture d'électricité. Un installateur lui propose des panneaux rectangulaires de 1 346 mm de longueur et 1 112 mm de largeur.
Les graphiques de la figure 2 représentent, pour différents éclairements, l'évolution de l'intensité I et de la puissance électrique P fournis par le panneau en fonction de la tension U aux bornes du panneau :

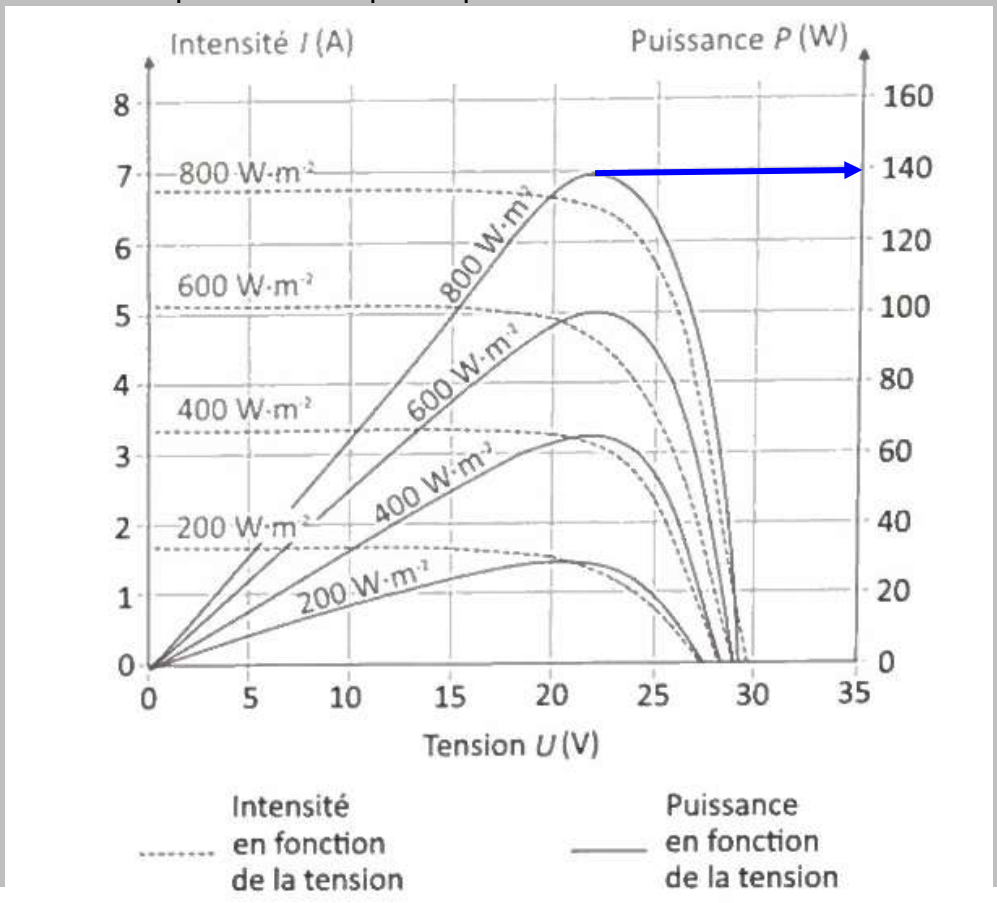


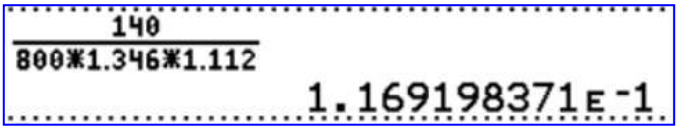
Figure 2 – Caractéristiques du panneau photovoltaïque

Q.8. Calculer la valeur du rendement d'un panneau photovoltaïque dans les conditions optimales de fonctionnement, pour un éclairement moyen de 800 W·m^{-2}.

Dans le cas d'un panneau photovoltaïque : $\eta = \frac{P_{él\,max}}{P_{reçue}}$ où $P_{élmax}$ est la puissance électrique maximale fournie par la cellule et $P_{reçue}$ est la puissance du rayonnement lumineux reçu avec $P_{reçue} = E \cdot S$

Graphiquement sur la figure 2, on lit $P_{élmax}$ = 140 W.

$$\eta = \frac{140\ \text{W}}{800\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2} \times 1{,}346\ \text{m} \times 1{,}112\ \text{m}} = 11{,}7\%$$



La consommation annuelle de ce particulier est de 7 500 kW·h. Il souhaite que la moitié de cette consommation soit couverte par les panneaux photovoltaïques. Le rendement moyen annuel de chaque panneau est d'environ 10 %.

Q.9. Déterminer le nombre de panneaux à installer, sachant que l'énergie surfacique moyenne reçue chaque jour est d'environ 4,1 kW·h.m^{-2} dans la région. Commenter le résultat.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

Le particulier souhaite obtenir la moitié de sa consommation annuelle,
soit E = 7500 /2 = 3750 kW·h.

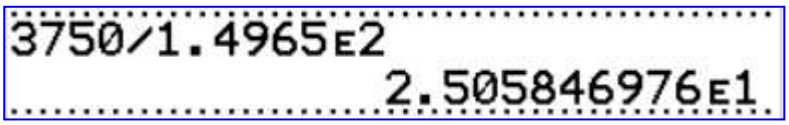
En un an les panneaux vont recevoir une énergie surfacique de 365 jours × 4,1 kW·h·m^{-2}, mais seulement 10% sera convertie en énergie électrique.

Ainsi les panneaux produisent $E_S = \frac{10}{100} \times 365 \times 4{,}1\ \text{kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}$ = 149,65 kW·h·m^{-2}. (résultat intermédiaire non arrondi).

Pour obtenir E = 3750 kW·h, il faut une surface S telle que $E_S \cdot S = E$.

$$S = \frac{E}{E_S}$$

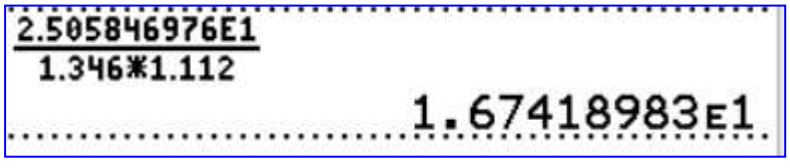
$$S = \frac{3750\ \text{kW}\cdot\text{h}}{149{,}65\ \text{kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}} = 25\ \text{m}^2$$



La surface d'un seul panneau est S_1 = 1,346 m × 1,112 m.

Il faut donc $N = \frac{S}{S_1}$ panneaux.

$N = \frac{25\ \text{m}^2}{1{,}346\ \text{m} \times 1{,}112\ \text{m}}$ = 17 panneaux.



Ce nombre de panneaux est peu élevé, le projet de ce particulier semble réaliste.

Merci de nous signaler la présence d'éventuelles erreurs à labolycee@labolycee.org