

EXERCICES

26 Or électrique

L'effet photoélectrique se produit pour une fréquence seuil qui dépend du matériau. D'un point de vue énergétique, cela se traduit par l'existence d'un travail d'extraction de l'électron : l'énergie minimale à fournir à un matériau pour en extraire un électron. Le travail d'extraction pour l'or est de 5,10 eV.



Données : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$;
 $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$; $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$;
 $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

- Pour chaque rayonnement suivant, dire en justifiant s'il y a un effet photoélectrique :
 - rayonnement ① : $\lambda_1 = 300 \text{ nm}$
 - rayonnement ② : $\nu_2 = 1,00 \times 10^{15} \text{ Hz}$
 - rayonnement ③ : $\nu_3 = 5,00 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- Calculer alors l'énergie cinétique et la vitesse de l'électron émis.

LES CLÉS DE L'ÉNONCÉ

▶ Ce ne sont pas les mêmes grandeurs qui caractérisent les rayonnements : le premier est caractérisé par une longueur d'onde, les deux autres par la fréquence.

LES VERBES D'ACTION

- ▶ Justifier : trouver les calculs ou les arguments qui démontrent la réponse.
- ▶ Calculer : appliquer une formule mathématique.

QUELQUES CONSEILS

- Convertir les eV en J.
- Appliquer la conservation de l'énergie du photon.

EXEMPLE DE RÉDACTION

1. L'effet photoélectrique se produit pour un photon d'une fréquence supérieure à la fréquence seuil ν_S . On a la relation $W = h\nu_S$ avec h la constante de Planck, W le travail d'extraction.

On a donc $\nu_S = W/h = (5,10 \times 1,602 \times 10^{-19}) / (6,63 \times 10^{-34}) = 1,23 \times 10^{15} \text{ Hz}$.
 On a aussi la relation $\lambda_S = c / \nu_S = 3,00 \times 10^8 / (1,23 \times 10^{15}) = 2,44 \times 10^{-7} \text{ m} = 244 \times 10^{-9} \text{ m} = 244 \text{ nm}$.

Si $\nu \geq \nu_S$ et $\lambda \leq \lambda_S$, l'électron est extrait.
 Seul le rayonnement ② peut extraire des électrons.

2. La conservation de l'énergie dans le cas de l'extraction d'un électron d'un matériau de travail W par un photon de fréquence ν s'exprime :

$$E_{\text{photon}} = W + E_c$$

$$E_c = E_{\text{photon}} - W = h\nu - h\nu_S = h(\nu - \nu_S)$$

AN : $E_c = 6,63 \times 10^{-34} \times (5,00 \times 10^{15} - 1,23 \times 10^{15}) = 2,50 \times 10^{-18} \text{ J}$.

Pour le calcul de la vitesse de l'électron, on a $E_c = \frac{1}{2} m_e v^2$

$$v^2 = \frac{2E_c}{m_e} \text{ et } v = \sqrt{\frac{2E_c}{m_e}}$$

AN : $v = \sqrt{2 \times 2,50 \times 10^{-18} / (9,11 \times 10^{-31})} = 2,34 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$.

EXERCICE SIMILAIRE

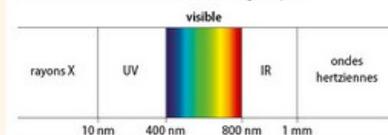
27 Zinc électrique

On éclaire une plaque de zinc avec une lampe à vapeur de mercure dont les principales raies d'émission ont les longueurs d'onde suivantes : 302 nm ; 313 nm ; 365 nm ; 405 nm ; 436 nm ; 546 nm ; 578 nm.

Données : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$;
 $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$; $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$; $W(\text{Zn}) = 3,36 \text{ eV}$.

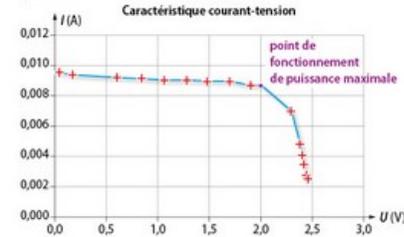
- Rappeler la définition de l'effet photoélectrique.
- Montrer qu'il y a émission d'un électron uniquement pour les longueurs d'onde du domaine des ultraviolets.
- Calculer l'énergie cinétique de l'électron extrait par un photon de longueur d'onde 302 nm.

Données : domaines d'ondes électromagnétiques



28 Étude d'une cellule photovoltaïque

Lors d'une séance de travaux pratiques, on éclaire une cellule photovoltaïque de surface 45 cm^2 avec une source lumineuse d'éclairement 85 W m^{-2} . On mesure la tension aux bornes de la cellule pour différentes valeurs de l'intensité du courant électrique I . On trace la courbe suivante et on détermine le point de fonctionnement de puissance maximale.



Données : On a la relation $P_{\text{lumineuse}} = E \cdot S$ avec $P_{\text{lumineuse}}$ la puissance lumineuse émise en W , E l'éclairement en $W \cdot m^{-2}$ et S la surface de la cellule en m^2 .

- Expliquer comment on fait pour déterminer expérimentalement le point de fonctionnement de puissance maximale.
- Calculer le rendement de la cellule photovoltaïque étudiée en pourcentage.

LES CLÉS DE L'ÉNONCÉ

- ▶ On donne l'éclairement E et la surface S et la formule reliant puissance, éclairement et surface.
- ▶ Le point correspondant à la puissance électrique maximale est indiqué sur la caractéristique.

LES VERBES D'ACTION

- ▶ Expliquer : détailler les différentes étapes à suivre.
- ▶ Calculer : appliquer une formule mathématique.

QUELQUES CONSEILS

- Déterminer les coordonnées du point de fonctionnement maximal pour calculer la puissance électrique maximale.

EXEMPLE DE RÉDACTION

1. On calcule pour chaque valeur $P = U \cdot I$, puis on trace $P = f(U)$ et on détermine, pour la valeur maximale de P , la valeur U_m . On reporte alors la valeur de U_m sur la courbe pour trouver le point de fonctionnement de puissance maximale.

$$2. \eta = \frac{P_{\text{électrique}}}{P_{\text{lumineuse}}} \times 100$$

On lit pour le point de fonctionnement maximal :
 $U_m = 2,0 \text{ V}$ et $I_m = 0,0083 \text{ A}$ donc $P_{\text{électrique}} = U_m \cdot I_m$

AN : $P_{\text{électrique}} = 2,0 \times 0,0083 = 0,017 \text{ W}$.

$P_{\text{lumineuse}} = E \cdot S$. AN : $P_{\text{lumineuse}} = 85 \times 45 \times (10^{-2})^2 = 0,38 \text{ W}$.

$$\eta = \frac{P_{\text{électrique}}}{P_{\text{lumineuse}}} \times 100 = \frac{0,017}{0,38} \times 100 = 4,5 \%$$

EXERCICE SIMILAIRE

29 Caractéristiques d'un module



Un fabricant fournit les données suivantes pour un module photovoltaïque en silicium monocristallin de surface $S = 0,25 \text{ m}^2$ utilisé pour l'habitat :

Pour une irradiance solaire standard de $1\,000 \text{ W m}^{-2}$:
 Puissance maximale (P_m) : 5 W .

On souhaite tracer la courbe $I = f(U)$ et $P = g(U)$ pour cette cellule photovoltaïque. On obtient les mesures suivantes pour une lampe d'éclairement 97 W m^{-2} .

U (V)	20,8	19,9	18,8	17,5	15,8	13,5	7,5	4,4	0,061
I (mA)	0,0	45,5	84,1	116	150	173	200	210	224

- Représenter le schéma du montage à réaliser pour obtenir ces mesures.
- Sur une feuille de papier millimétré ou à l'aide d'un logiciel tableur-grapheur, tracer la caractéristique $I = f(U)$.
- a. Déterminer, en expliquant la démarche, la puissance électrique maximale $P_{\text{électrique}}$.
 b. Calculer le rendement.
 c. Commenter le résultat obtenu.

CORRECTION Exercice 27

27 1. Extraction d'électrons d'un matériau sous l'effet d'une onde électromagnétique.

2. L'effet photoélectrique a lieu pour $\lambda \leq \lambda_s$.
Et $W(\text{Zn}) = h_c/\lambda_s$ donc $\lambda_s = h_c/W(\text{Zn})$

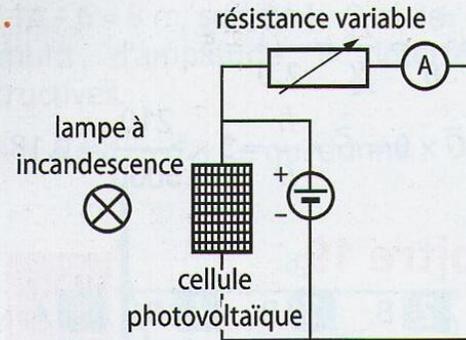
AN : $\lambda_s = 370 \text{ nm}$. $\lambda \leq 370 \text{ nm}$: raies dans l'UV.

3. Conservation de l'énergie: $h\nu = E_c + W$.

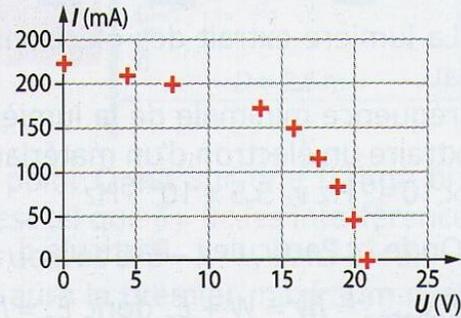
$E_c = h_c/\lambda - W$ AN : $E_c = 1,20 \times 10^{-19} \text{ J}$.

CORRECTION Exercice 29

29 1.



2.



3. a. On calcule $P = U \times I$ pour chaque valeur de U et on trace $P = f(U)$.

On lit la valeur maximale : $P_{\text{électrique}} = 2,4 \text{ W}$.

b. $\eta = P_{\text{électrique}}/P_{\text{lumineuse}} = P_{\text{électrique}}/EXS$
 $\eta = 10 \%$

c. 10 % de l'énergie lumineuse est convertie en énergie électrique.

Il s'agit du rendement moyen d'une cellule photovoltaïque.