PHYSIQUE-CHIMIE · TERMINALE / EXERCICES CORRIGÉS

Le photon et l'effet photoélectrique

Astrolab Cours · astrolabcours.fr

Ex. 1 Énergie d'un photon ●○○ Application

Calculer, en joules puis en électronvolts, l'énergie d'un photon de lumière verte ($\lambda = 530$ nm). $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J·s, $c = 3{,}00 \times 10^{8}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Indice

$E = hc/\lambda$ avec λ en mètres.

En joules

$$E = \frac{6{,}63 \times 10^{-34} \times 3{,}00 \times 10^{8}}{530 \times 10^{-9}} \approx 3{,}75 \times 10^{-19}\ \text{J}.$$

En électronvolts

$$E = \frac{3{,}75 \times 10^{-19}}{1{,}60 \times 10^{-19}} \approx 2{,}35\ \text{eV}.$$

Ex. 2 Le seuil du zinc ●○○ Méthode

Le travail d'extraction du zinc vaut $W = 4{,}3$ eV. Calculer la longueur d'onde seuil. Une lampe visible peut-elle extraire des électrons du zinc ?

Indice

$\lambda_s = hc/W$, avec W en joules.

W en joules

$$W = 4{,}3 \times 1{,}60 \times 10^{-19} \approx 6{,}9 \times 10^{-19}\ \text{J}.$$

La longueur d'onde seuil

$$\lambda_s = \frac{6{,}63 \times 10^{-34} \times 3{,}00 \times 10^{8}}{6{,}9 \times 10^{-19}} \approx 2{,}9 \times 10^{-7}\ \text{m, soit 290 nm}.$$

Conclusion

Il faut $\lambda < 290$ nm, de l'ultraviolet. La lumière visible (400 à 800 nm) ne suffit pas.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/terminale/effet-photoelectrique/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

Ex. 3 Un projecteur rouge très puissant ●●○ Piège

Un élève propose, pour extraire des électrons du zinc, d'utiliser un projecteur rouge ($\lambda = 650$ nm) mille fois plus puissant qu'une lampe UV. Que se passe-t-il ?

Indice

Le distributeur à pièce unique.

L'énergie d'un photon rouge

$E = hc/\lambda \approx 3{,}1 \times 10^{-19}$ J $\approx 1{,}9$ eV, inférieure à $W = 4{,}3$ eV.

L'erreur

Plus de puissance, c'est plus de photons, mais chacun reste à 1,9 eV. Un électron n'absorbe qu'un photon, les énergies ne s'additionnent pas.

Conclusion

Aucun électron n'est extrait, quelle que soit la puissance.

Ex. 4 Énergie cinétique des électrons ●●○ Méthode

Du césium ($W = 2{,}1$ eV) est éclairé par un rayonnement de longueur d'onde 400 nm. Calculer l'énergie cinétique maximale des électrons extraits, puis leur vitesse maximale. $m_e = 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg.

Indice

$E_{c,\max} = h\nu - W$, puis $\frac{1}{2}mv^2$.

Le photon

$$E = \frac{hc}{\lambda} \approx 4{,}97 \times 10^{-19}\ \text{J} \approx 3{,}1\ \text{eV}.$$

La monnaie rendue

$E_{c,\max} = 3{,}1 - 2{,}1 = 1{,}0$ eV $= 1{,}6 \times 10^{-19}$ J.

La vitesse

$$v = \sqrt{\frac{2E_c}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{9{,}11 \times 10^{-31}}} \approx 5{,}9 \times 10^{5}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Ex. 5 Le rendement d'un panneau solaire ●●● Type bac

Un panneau photovoltaïque de surface $S = 1{,}6\ \text{m}^2$ reçoit un éclairement de $1\,000\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$. À son point de puissance maximale, il délivre $U = 32$ V et $I = 9{,}5$ A.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/terminale/effet-photoelectrique/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

1. Calculer la puissance lumineuse reçue et la puissance électrique fournie.
2. En déduire le rendement.
3. Que devient l'énergie non convertie ?

Indice

$P_{\text{lum}} = E \times S$, $P_{\text{élec}} = U \times I$.

Les puissances

$P_{\text{lum}} = 1\,000 \times 1{,}6 = 1\,600$ W et $P_{\text{élec}} = 32 \times 9{,}5 = 304$ W.

Le rendement

$\eta = 304 / 1\,600 \approx 0{,}19$, soit 19 %.

L'énergie perdue

Environ 81 % de la puissance reçue est surtout transférée sous forme thermique (le panneau chauffe) ou réfléchie. Les photons trop peu énergétiques ne sont pas convertis, l'excès d'énergie des autres non plus.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/terminale/effet-photoelectrique/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits