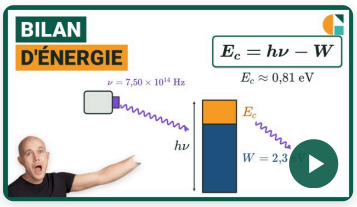
Faire le bilan d'énergie de l'effet photoélectrique

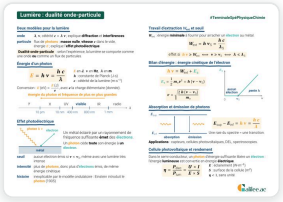
Photon et effet photoélectrique • Compétence 3 • Terminale spécialité physique-chimie



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

Exercices corrigés pas à pas, sur la page de la compétence.

galilee.ac/V/T18-3



La fiche de cours

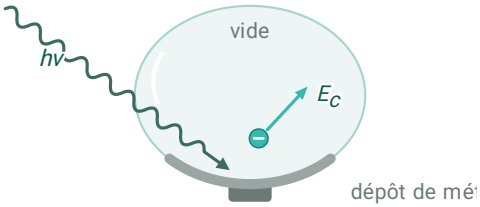
Tout le chapitre sur une page.

galilee.ac/F/dualite-onde-particule

Exercice 1

Établir la relation, puis calculer

Dans une ampoule de verre vidée de son air, un photon de fréquence ν arrache un électron à un dépôt de calcium, de travail d'extraction $W = 2{,}9\ \text{eV}$. L'énergie du photon vaut $3{,}3\ \text{eV}$. On note h la constante de Planck : l'énergie du photon est $h\,\nu$. Donnée : $1\ \text{eV} = 1{,}60 \times 10^{-19}\ \text{J}$.

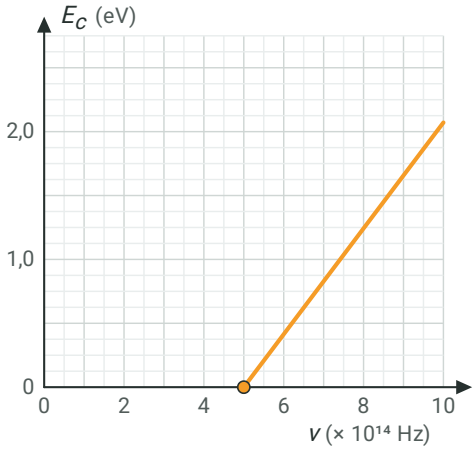


1) Établir, par un bilan d'énergie, l'expression de l'énergie cinétique maximale E_c de l'électron émis en fonction de h, ν et W.
2) En déduire l'expression de la fréquence seuil ν_s du métal en fonction de W et h.
3) Calculer l'énergie cinétique maximale de l'électron, en électronvolts.
4) Convertir cette énergie cinétique en joules.

Exercice 2

Lire la droite de l'énergie cinétique

On éclaire une plaque métallique avec des lumières de fréquences différentes. Le graphique donne l'énergie cinétique maximale E_c des électrons émis en fonction de la fréquence ν. Données : $h = 6{,}63 \times 10^{-34}\ \mathrm{J \cdot s}$; $1\ \mathrm{eV} = 1{,}60 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$; bilan d'énergie de l'électron : $E_c = h\nu - W$; au seuil, $h\nu_s = W$.

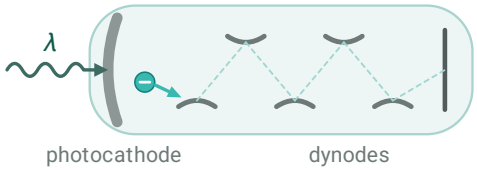


1) Lire la fréquence seuil du métal, en hertz.
2) Calculer le travail d'extraction du métal, en électronvolts.
3) Avec E_c en joules et ν en hertz, quelle grandeur le coefficient directeur de cette droite représente-t-il ?
4) Calculer l'énergie cinétique maximale des électrons pour $\nu = 13 \times 10^{14}\ \mathrm{Hz}$, en électronvolts.

Exercice 3

Type bac : la vitesse des électrons émis

La photocathode d'un photomultiplicateur, détecteur de lumière très faible, est en potassium, de travail d'extraction $W = 2{,}3\ \mathrm{eV}$. Elle est éclairée par une radiation de longueur d'onde $\lambda = 390\ \mathrm{nm}$. On note m_e la masse d'un électron. Données : $h = 6{,}63 \times 10^{-34}\ \mathrm{J \cdot s}$; $c = 3{,}00 \times 10^{8}\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$; $1\ \mathrm{eV} = 1{,}60 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$; $m_e = 9{,}11 \times 10^{-31}\ \mathrm{kg}$; énergie d'un photon $E = h\nu = \dfrac{hc}{\lambda}$; bilan d'énergie de l'électron : $E_c = h\nu - W$; énergie cinétique $E_c = \dfrac{1}{2} m_e v^2$.



1) Calculer l'énergie d'un photon, en joules, avec 3 chiffres significatifs.
2) Calculer l'énergie cinétique maximale d'un électron émis, en joules.
3) Calculer la vitesse maximale d'un électron émis.
4) Avec une radiation de longueur d'onde plus grande, qui arrache encore des électrons, comment varie leur énergie cinétique maximale ? Justifier.

Faire le bilan d'énergie de l'effet photoélectrique

Photon et effet photoélectrique • Compétence 3 • Terminale spécialité physique-chimie

Exercice 1 Établir la relation, puis calculer

1) L'électron reçoit toute l'énergie $h\nu$ du photon. Il en dépense W pour sortir du métal et garde le reste sous forme d'énergie cinétique. La conservation de l'énergie s'écrit :

$\boxed{h\nu = W + E_c}$ $\boxed{E_c = h\nu - W}$

2) Au seuil, l'électron sort tout juste : $E_c = 0$, donc $h\nu_s = W$.

$\boxed{\nu_s = \dfrac{W}{h}}$

3) Les deux énergies sont données en électronvolts : la soustraction se fait directement.

$\boxed{E_c = 3{,}3 - 2{,}9 = 0{,}4 \text{ eV}}$

4) On multiplie par la valeur d'un électronvolt en joules :

$E_c = 0{,}4 \times 1{,}60 \times 10^{-19}$

$\boxed{E_c = 6{,}4 \times 10^{-20} \text{ J}}$

Exercice 2 Lire la droite de l'énergie cinétique

1) La fréquence seuil est celle où l'énergie cinétique s'annule : la droite part de l'axe des fréquences en

$\boxed{\nu_s = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}}$

2) Au seuil, $h\nu_s = W$: $W = 6{,}63 \times 10^{-34} \times 5 \times 10^{14}$ J, que l'on divise par $1{,}60 \times 10^{-19}$ pour l'avoir en électronvolts :

$W = \dfrac{6{,}63 \times 10^{-34} \times 5 \times 10^{14}}{1{,}60 \times 10^{-19}}$

$\boxed{W \approx 2{,}07 \text{ eV}}$

3) $E_c = h\nu - W$ est une fonction affine de la fréquence : son coefficient directeur est la constante de Planck h, quel que soit le métal.

$\boxed{\text{la constante de Planck h}}$

4) Cette fréquence sort du graphique : il faut faire le calcul. Comme $W = h\nu_s$:

$\boxed{E_c = h\nu - h\nu_s = h(\nu - \nu_s)}$

en joules, soit en électronvolts, avec $\nu = 13 \times 10^{14}$ Hz :

$E_c = \dfrac{6{,}63 \times 10^{-34} \times (13 - 5) \times 10^{14}}{1{,}60 \times 10^{-19}}$

$\boxed{E_c \approx 3{,}32 \text{ eV}}$

Exercice 3 Type bac : la vitesse des électrons émis

1) Avec la longueur d'onde en mètres :

$$E = \frac{h\,c}{\lambda}$$

$$E = \frac{6{,}63 \times 10^{-34} \times 3{,}00 \times 10^{8}}{390 \times 10^{-9}}$$

$$\boxed{E \approx 5{,}10 \times 10^{-19}\ \text{J}}$$

2) Le bilan d'énergie de l'électron s'écrit $h\,\nu = W + E_\text{c}$. On convertit d'abord W en joules :

$$W = 2{,}3 \times 1{,}60 \times 10^{-19}$$

$$\boxed{W = 3{,}68 \times 10^{-19}\ \text{J}}$$

puis :

$$E_\text{c} = h\,\nu - W$$

$$E_\text{c} = 5{,}10 \times 10^{-19} - 3{,}68 \times 10^{-19}$$

$$\boxed{E_\text{c} \ = \ 1{,}42 \times 10^{-19}\ \text{J}}$$

3) $E_\text{c} = \frac{1}{2}\,m_\text{e}\,v^2$, donc :

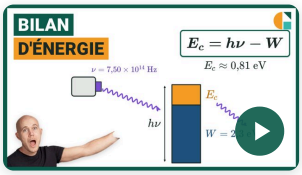
$$v = \sqrt{\frac{2\,E_\text{c}}{m_\text{e}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 1{,}42 \times 10^{-19}}{9{,}11 \times 10^{-31}}}$$

$$\boxed{v \approx 5{,}58 \times 10^{5}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

4) Une longueur d'onde plus grande correspond à des photons moins énergétiques. Le travail d'extraction ne change pas : il reste moins d'énergie à l'électron, son énergie cinétique maximale diminue.

$$\boxed{\text{elle diminue}}$$



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

Exercices corrigés pas à pas, sur la page de la compétence.

galilee.ac/V/T18-3

Bilan d'énergie de l'effet photoélectrique : exercices PDF (Terminale spécialité physique-chimie). Faire le bilan d'énergie de l'effet photoélectrique : l'énergie du photon sert à extraire l'électron du métal, le reste devient énergie cinétique. Établir la relation, en déduire la fréquence seuil, lire la droite de l'énergie cinétique en fonction de la fréquence et calculer la vitesse maximale des électrons émis. Méthode en vidéo et exercices interactifs corrigés sur galilee.ac.