

Lumière, photons

Exercices de sciences physiques - niveau Terminale

Vingt exercices sur la lumière et les photons : énergie d'un photon, niveaux d'énergie, absorption et émission, laser, effet photoélectrique et applications. Constantes : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$; $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$; masse de l'électron $m = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$. Cherche avant d'ouvrir le corrigé séparé.

Cette fiche d'exercices est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Les exercices sur la lumière et les photons

Exercice 1 : Questions de cours

1. Donne la relation entre l'énergie d'un photon, sa fréquence et sa longueur d'onde.
2. Définis l'électronvolt et donne sa valeur en joules.
3. Que signifie « l'énergie d'un atome est quantifiée » ?
4. Énonce la condition pour qu'un atome absorbe un photon.

Exercice 2 : Vrai ou faux ?

Justifie chaque réponse.

- a. L'énergie d'un photon est proportionnelle à sa longueur d'onde.
- b. Un photon bleu est plus énergétique qu'un photon rouge.
- c. En augmentant l'intensité d'une lumière trop peu énergétique, on finit par arracher des électrons à un métal.
- d. Le photon émis par émission stimulée est identique au photon incident.
- e. 1 eV est égal à $1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$.
- f. Un atome dans son état fondamental peut absorber un photon d'énergie quelconque.

Exercice 3 : Joules et électronvolts

1. Convertis en joules : $2,5 \text{ eV}$; $13,6 \text{ eV}$.
2. Convertis en électronvolts : $3,2 \times 10^{-19} \text{ J}$; $4,8 \times 10^{-19} \text{ J}$.
3. Dans quelle unité est-il le plus pratique d'exprimer l'énergie d'un photon visible ? Pourquoi ?

Exercice 4 : Énergie de photons visibles

Calcule en joules puis en électronvolts l'énergie d'un photon de longueur d'onde 400 nm, 550 nm et 700 nm. Classe les trois photons par énergie croissante et associe-leur une couleur.

Exercice 5 : Un pointeur laser rouge

Un pointeur laser émet une lumière de longueur d'onde 650 nm avec une puissance lumineuse de 5,0 mW.

1. Calcule l'énergie d'un photon émis.
2. Déduis le nombre de photons émis par seconde.
3. Calcule l'énergie lumineuse émise en 10 s.

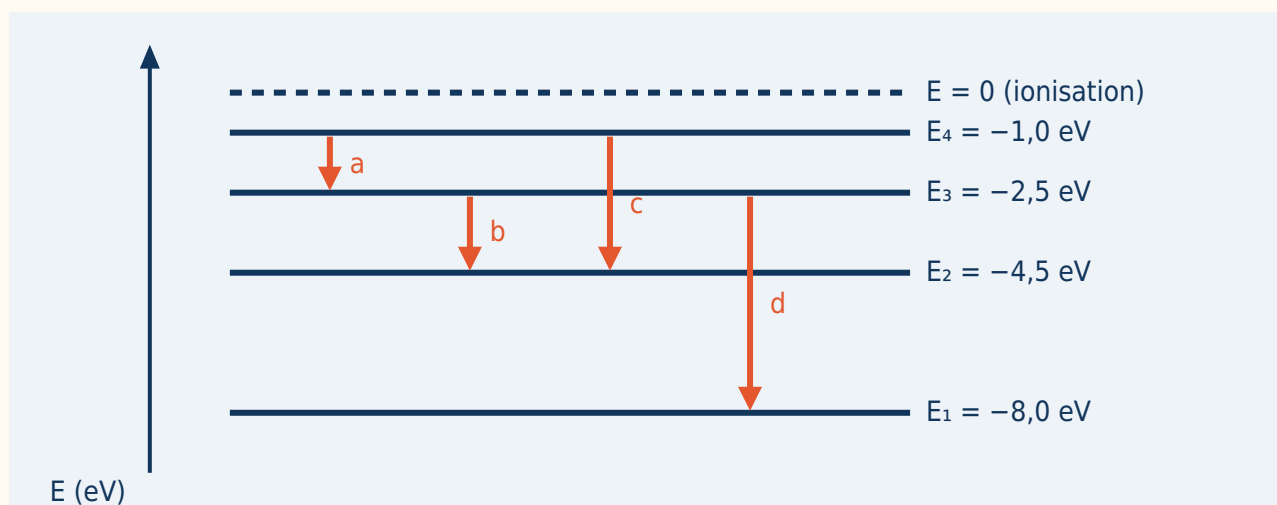
Exercice 6 : L'hydrogène

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par $E_n = -13,6 \div n^2$ (en eV).

1. Calcule E_1 , E_2 , E_3 et E_4 .
2. Quelle est l'énergie d'ionisation d'un atome d'hydrogène dans son état fondamental ?
3. Calcule l'énergie et la longueur d'onde du photon émis lors de la transition de $n = 4$ à $n = 2$.
4. Quelle est la couleur de ce photon ? Peut-il être absorbé par un atome d'hydrogène dans l'état $n = 2$? Justifie.

Exercice 7 : Atome fictif

Les niveaux d'énergie d'un atome fictif sont représentés ci-dessous. Quatre transitions d'émission a, b, c et d sont indiquées.



1. Identifie le niveau fondamental et donne l'énergie d'ionisation.
2. Pour chaque transition, calcule l'énergie du photon émis et sa longueur d'onde.

3. Quelles transitions émettent de la lumière visible ? du rayonnement ultraviolet ? infrarouge ?
4. Calcule la longueur d'onde maximale d'un photon capable d'ioniser l'atome à partir du niveau fondamental.

Exercice 8 : Quel photon est absorbé ?

L'atome fictif de l'exercice 7 est dans son état fondamental. On l'éclaire successivement par des photons d'énergie 2,0 eV ; 3,5 eV ; 4,0 eV ; 5,5 eV ; 9,0 eV.

1. Pour chaque photon, dis s'il peut être absorbé et dans quel niveau l'atome passe alors.
2. Que se passe-t-il avec le photon de 9,0 eV ? Calcule l'énergie cinétique de l'électron libéré.
3. Comment l'atome se désexcite-t-il ensuite après avoir absorbé le photon de 5,5 eV ?

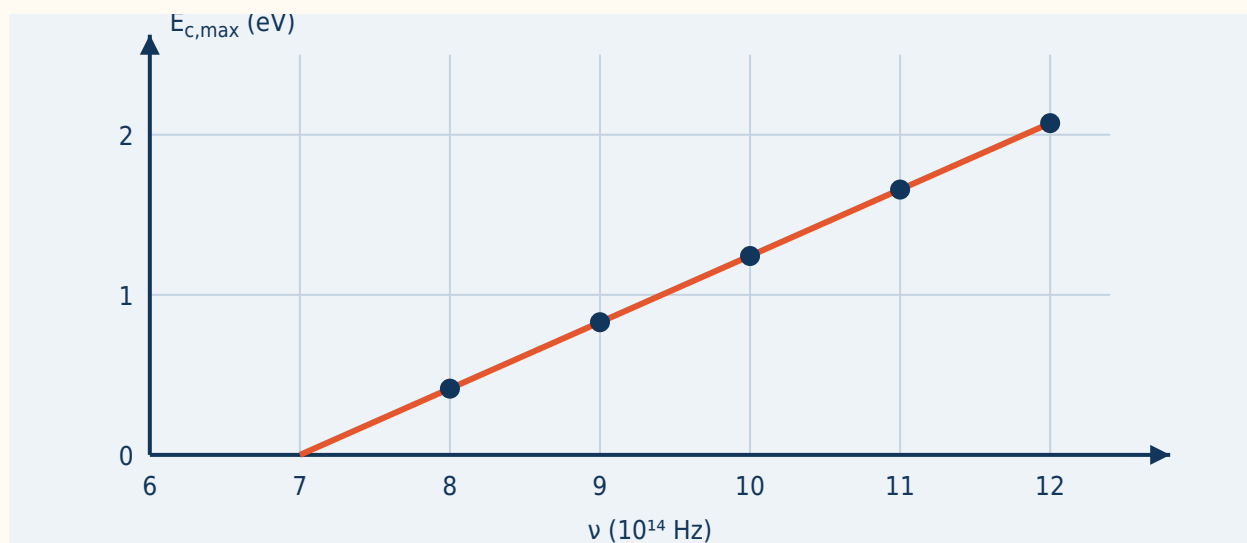
Exercice 9 : Le seuil de trois métaux

Travail d'extraction : césium 1,9 eV ; potassium 2,3 eV ; zinc 4,3 eV. On éclaire chacun par une lumière de longueur d'onde 400 nm (photon de 3,11 eV).

1. Pour chaque métal, dis s'il y a émission d'électrons et calcule $E_{c,max}$ en eV quand elle a lieu.
2. Calcule la longueur d'onde seuil de chaque métal.
3. Quel métal faudrait-il choisir pour une cellule sensible à la lumière visible ? Justifie.

Exercice 10 : Détermination de h

On mesure l'énergie cinétique maximale $E_{c,max}$ des électrons émis par un métal en fonction de la fréquence ν de la lumière incidente.

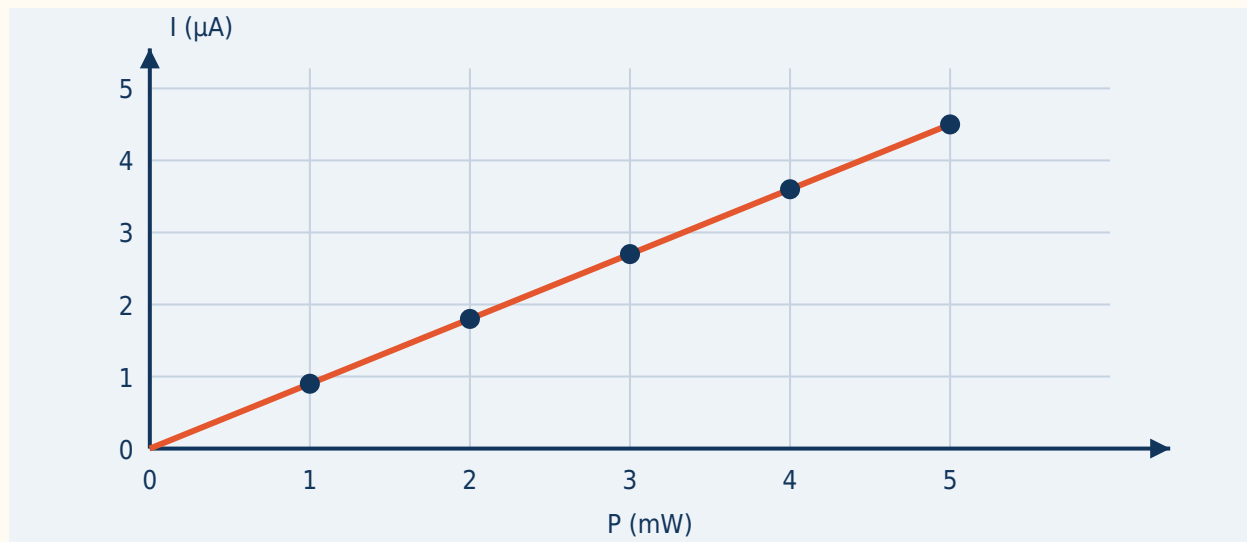


Énergie cinétique maximale des électrons en fonction de la fréquence.

1. Quelle est la fréquence seuil ν_0 de ce métal ?
2. Écris la relation théorique entre $E_{c,max}$ et ν . Que représente le coefficient directeur ?
3. Calcule ce coefficient directeur en $\text{eV}\cdot\text{s}$ puis en $\text{J}\cdot\text{s}$.
4. Compare à la constante de Planck et déduis le travail d'extraction W_0 du métal en eV .

Exercice 11 : Courant photoélectrique

Une cellule photoélectrique éclairée par une lumière de longueur d'onde 400 nm délivre un courant I qui dépend de la puissance lumineuse reçue P .



Courant photoélectrique en fonction de la puissance lumineuse.

1. Quelle est la nature de la courbe ? Interprète-la avec le modèle des photons.
2. Pour $P = 2,0 \text{ mW}$, calcule le nombre de photons reçus par seconde.
3. Lis I pour $P = 2,0 \text{ mW}$ et calcule le nombre d'électrons collectés par seconde ($e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$).
4. Calcule le rendement quantique, c'est-à-dire le rapport du nombre d'électrons émis au nombre de photons reçus.

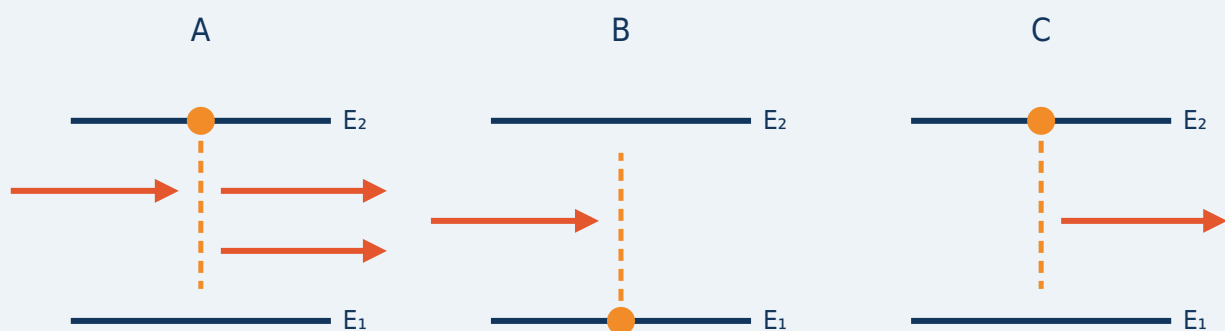
Exercice 12 : Un pointeur laser vert

Un laser vert de longueur d'onde 532 nm a une puissance de 1,0 mW.

1. Calcule l'énergie d'un photon en joules et en eV .
2. Calcule le nombre de photons émis par seconde.
3. Un laser rouge de même puissance émet-il plus ou moins de photons par seconde ? Justifie sans calcul.

Exercice 13 : Reconnaître les processus

Les trois schémas A, B et C représentent chacun une interaction entre un photon et un atome à deux niveaux.



Trois interactions lumière-matière, dans le désordre.

1. Nomme le processus de chaque schéma.
2. Dans A, compare le photon incident et les photons émis (énergie, direction, phase).
3. Dans quel processus l'énergie du photon incident doit-elle être égale à $E_2 - E_1$?
4. Lequel de ces processus est à l'origine du fonctionnement d'un laser ? Quelle condition faut-il réaliser sur les populations des niveaux ?

Exercice 14 : Deux diodes électroluminescentes

Une DEL bleue émet à 450 nm et une DEL rouge à 630 nm. On admet que l'énergie d'un photon émis est voisine de l'énergie $e \times U_s$ acquise par un électron sous la tension de seuil U_s .

1. Calcule l'énergie d'un photon de chaque DEL, en eV.
2. Déduis une estimation de la tension de seuil U_s de chaque DEL.
3. Quelle DEL nécessite la tension la plus élevée ? Pourquoi une DEL bleue n'a-t-elle pas pu être réalisée avec les mêmes matériaux que la DEL rouge ?

Exercice 15 : Cellule photovoltaïque

Une cellule en silicium ne convertit un photon que si son énergie est au moins égale à l'écart d'énergie du silicium, 1,12 eV.

1. Calcule la longueur d'onde maximale d'un photon utilisable.
2. Ce photon appartient-il au domaine visible ? Quel est son nom ?
3. Un photon de 550 nm (2,26 eV) est absorbé : quelle fraction de son énergie est perdue sous forme de chaleur ?

Exercice 16 : Le spectre de l'hydrogène

Le spectre d'émission de l'hydrogène comporte quatre raies visibles représentées ci-dessous. Elles correspondent aux transitions de $n = 3, 4, 5$ ou 6 vers $n = 2$.



Quatre raies visibles de l'hydrogène (série de Balmer).

1. Relève la longueur d'onde de chaque raie à 5 nm près.
2. Calcule l'énergie du photon correspondant, en eV.
3. Calcule, avec $E_n = -13,6 \div n^2$, l'énergie des transitions $n \rightarrow 2$ pour $n = 3, 4, 5, 6$ et associe chaque raie à sa transition.
4. Pourquoi ces raies sont-elles un moyen d'identifier l'hydrogène dans une étoile ?

Exercice 17 : Corriger les erreurs

Chaque phrase contient une erreur. Recopie-la en la corrigeant.

- a. L'énergie d'un photon vaut $E = h \times \lambda \div c$.
- b. $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{19} \text{ J}$.
- c. Avec une lumière assez intense, tout métal émet des électrons, quelle que soit la fréquence.
- d. L'énergie d'un électron lié dans un atome est positive.
- e. Le photon émis lors de la transition de $n = 3$ à $n = 2$ a pour énergie $E_3 + E_2$.

Exercice 18 : Ioniser l'hydrogène

1. Calcule la longueur d'onde maximale d'un photon capable d'ioniser un atome d'hydrogène dans son état fondamental. Dans quel domaine se situe-t-elle ?
2. Un photon de 20 eV ionise l'atome. Calcule l'énergie cinétique de l'électron libéré, en eV puis en J.
3. Calcule la vitesse de cet électron (formule : $v = \sqrt{2 E_c \div m}$).

Exercice 19 : Une lampe ultraviolette

Une lampe germicide émet un rayonnement de longueur d'onde 254 nm avec une puissance lumineuse de 10 W.

1. Calcule l'énergie d'un photon en joules et en eV.
2. Calcule le nombre de photons émis par seconde.
3. Pourquoi un tel rayonnement est-il dangereux pour la peau et les yeux, alors qu'une lampe rouge de même puissance l'est beaucoup moins ?

Exercice 20 : Une affirmation à discuter

Un élève affirme : « Si j'éclaire une plaque de zinc avec une lampe rouge assez puissante, elle finira bien par émettre des électrons, puisqu'elle reçoit de plus en plus d'énergie. » Données : travail d'extraction du zinc 4,3 eV ; longueur d'onde de la lumière rouge 700 nm.

Rédige une réponse argumentée : calcule l'énergie d'un photon rouge, compare-la à W_0 , explique pourquoi l'intensité ne change pas le résultat, et indique quelle modification de la lumière permettrait l'effet, en donnant la longueur d'onde maximale utile.