

Photons, niveaux d'énergie

Exercices de sciences physiques - niveau 1re

Vingt exercices progressifs sur les photons et les niveaux d'énergie : énergie d'un photon, électronvolt, atome d'hydrogène, transitions, spectres, LED, laser, rayonnement. Cherche seul(e), puis compare avec le corrigé séparé.

Constantes utiles : $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$; $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$; $h \cdot c \approx 1\,240 \text{ eV}\cdot\text{nm}$.

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 les photons et les niveaux d'énergie

Exercice 1 : Questions de cours

1. Qu'est-ce qu'un photon ? Quelle est sa masse ? sa charge ?
2. Donne la relation entre l'énergie d'un photon et sa longueur d'onde, avec les unités.
3. Que signifie « les niveaux d'énergie d'un atome sont quantifiés » ?
4. Comment calcule-t-on l'énergie du photon émis lors d'une transition ?

Exercice 2 : Vrai ou faux ?

Dis si chaque affirmation est vraie ou fausse et justifie.

- a. Un photon bleu est plus énergétique qu'un photon rouge.
- b. Un faisceau lumineux plus intense contient des photons plus énergétiques.
- c. L'électronvolt est une unité d'énergie.
- d. L'état fondamental est l'état de plus haute énergie d'un atome.
- e. Un atome peut absorber un photon d'énergie quelconque.
- f. Les niveaux d'énergie d'un atome lié ont des valeurs négatives dans l'échelle où l'atome ionisé a une énergie nulle.

Exercice 3 : Joules et électronvolts

1. Convertis en joules : 2,0 eV ; 13,6 eV ; 0,85 eV.
2. Convertis en électronvolts : $4,5 \times 10^{-19} \text{ J}$; $3,2 \times 10^{-19} \text{ J}$; $2,18 \times 10^{-18} \text{ J}$.
3. Pourquoi l'électronvolt est-il mieux adapté que le joule pour les photons ?

Exercice 4 : Énergie d'un photon

1. Calcule en joules puis en électronvolts l'énergie d'un photon de longueur d'onde 450 nm (bleu).
2. Même question pour 700 nm (rouge).
3. Même question pour 532 nm (vert).
4. Range ces photons par énergie croissante.

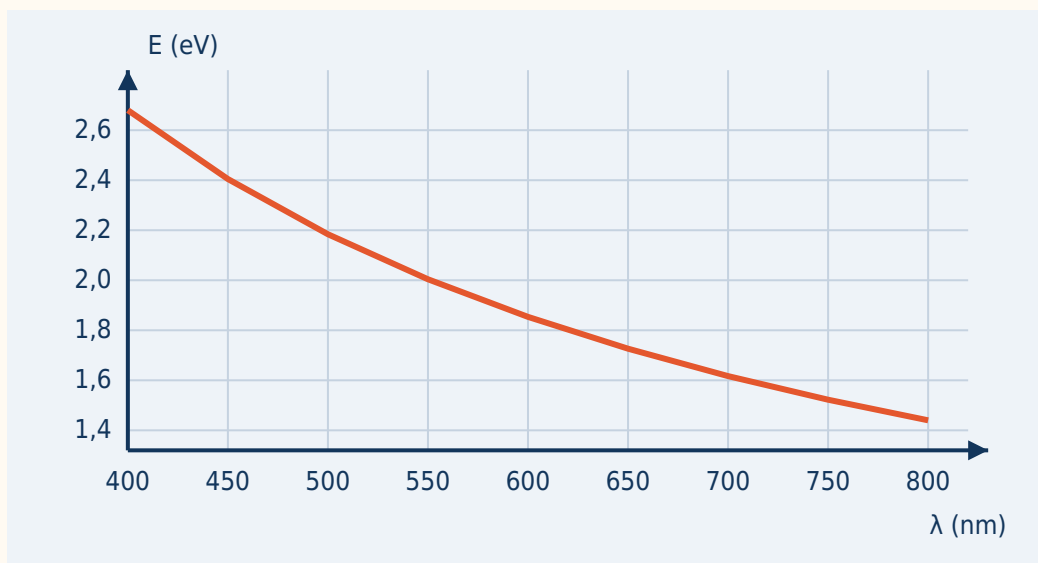
Exercice 5 : Quelle longueur d'onde ?

Un photon a une énergie E . Calcule sa longueur d'onde et dis si le rayonnement est visible (400 à 800 nm), infrarouge ou ultraviolet :

- a. $E = 2,50 \text{ eV}$;
- b. $E = 0,80 \text{ eV}$;
- c. $E = 5,0 \text{ eV}$.

Exercice 6 : Lire un graphique

Le graphique donne l'énergie d'un photon en fonction de sa longueur d'onde dans le domaine visible.



Énergie d'un photon en fonction de sa longueur d'onde.

1. Quelle est l'allure de la courbe ? Que peut-on dire de E et de λ ?
2. Lis l'énergie d'un photon de 500 nm et celle d'un photon de 650 nm.
3. Lis la longueur d'onde d'un photon d'énergie 2,0 eV.
4. Vérifie, avec deux points de la courbe, que le produit $E \times \lambda$ est à peu près constant. Quelle est sa valeur ?

Exercice 7 : Niveaux de l'hydrogène

Les niveaux 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. Calcule l'énergie et la longueur d'onde du photon émis dans la transition $4 \rightarrow 2$. De quelle couleur est-il ?
3. Même question pour la transition $4 \rightarrow 3$. Le photon est-il visible ?

Exercice 8 : L'hydrogène absorbe-t-il ?

Un atome d'hydrogène est dans son état fondamental ($n = 1$, $E_1 = -13,6$ eV). On l'éclaire avec des photons d'énergie : 10,2 eV ; 11,0 eV ; 12,09 eV ; 14,0 eV.

1. Pour chaque photon, dis s'il peut être absorbé en justifiant (niveaux : $E_2 = -3,40$ eV ; $E_3 = -1,51$ eV).
2. Que se passe-t-il avec le photon de 14,0 eV ? Quelle énergie cinétique emporte l'électron ?
3. Que devient le photon de 11,0 eV ?

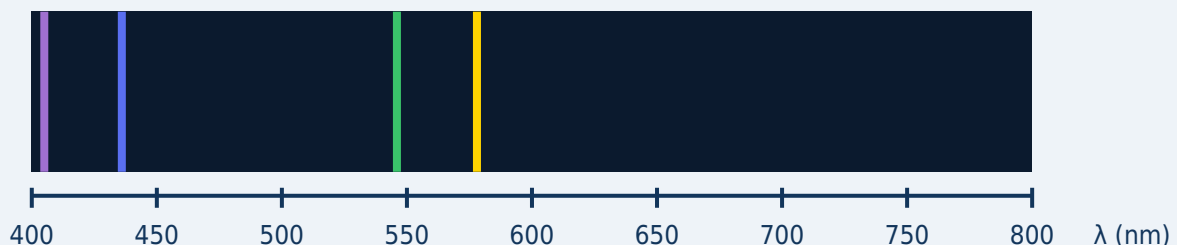
Exercice 9 : La série de Balmer

On appelle série de Balmer les transitions de l'hydrogène qui aboutissent au niveau $n = 2$.

1. Calcule l'énergie du photon émis pour $n = 3, 4, 5$ et 6 vers $n = 2$.
2. Calcule les longueurs d'onde correspondantes. Sont-elles dans le visible ?
3. Calcule la longueur d'onde de la transition $2 \rightarrow 1$ (série de Lyman). Pourquoi ne la voit-on pas à l'œil nu ?

Exercice 10 : Lampe à vapeur de mercure

Le spectre d'émission d'une lampe à vapeur de mercure comporte quatre raies visibles (à lire sur la figure). Deux niveaux d'énergie du mercure valent $-2,71$ eV et $-5,55$ eV.



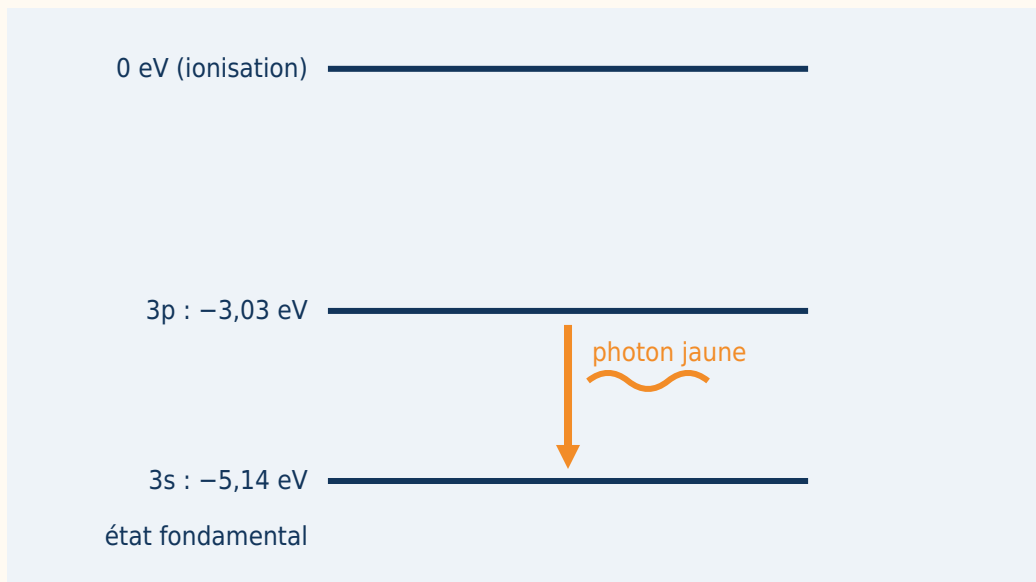
Raies visibles d'une lampe à vapeur de mercure.

1. Relève, à 10 nm près, les longueurs d'onde des quatre raies.
2. Calcule l'énergie du photon associé à chacune, en eV.

3. Montre que l'une des raies correspond à une transition entre les deux niveaux donnés.

Exercice 11 : La lampe au sodium

Les lampadaires à vapeur de sodium émettent une lumière jaune intense à 589 nm. La figure donne deux niveaux d'énergie de l'atome de sodium.



Deux niveaux d'énergie du sodium et émission du photon jaune.

1. Calcule l'énergie du photon de longueur d'onde 589 nm, en eV.
2. Calcule l'écart entre les niveaux 3p et 3s. Conclus.
3. Comment sait-on que cette lumière est quasi monochromatique ?
4. Une tomate rouge paraît sombre sous cette lumière : explique à l'aide de l'énergie des photons.

Exercice 12 : Trois LED

Trois LED émettent aux longueurs d'onde suivantes : rouge 630 nm, verte 525 nm, bleue 470 nm.

1. Calcule l'énergie d'un photon émis par chacune, en joules et en eV.
2. Quelle LED correspond à l'écart d'énergie le plus grand ?
3. On admet que la tension de seuil d'allumage vaut $U = E \div e$ (E en eV donne U en volts). Estime-la pour chaque LED.

Exercice 13 : Le pointeur laser

Un pointeur laser vert ($\lambda = 532$ nm) émet une puissance lumineuse $P = 1,0$ mW.

1. Calcule l'énergie d'un photon.
2. Combien de photons le pointeur émet-il par seconde ?

3. Pourquoi ne perçoit-on pas le caractère discontinu de la lumière ?

Exercice 14 : Ultraviolets et molécules

L'énergie nécessaire pour rompre une liaison carbone-carbone est environ 3,6 eV.

1. Calcule l'énergie d'un photon ultraviolet de 300 nm puis celle d'un photon visible de 600 nm.
2. Lequel peut rompre la liaison ? Justifie.
3. Calcule la longueur d'onde maximale d'un photon capable de rompre cette liaison.
4. Quel est l'intérêt d'une crème solaire qui absorbe les ultraviolets ?

Exercice 15 : Ioniser l'hydrogène depuis $n = 2$

Un atome d'hydrogène est dans l'état excité $n = 2$ ($E_2 = -3,40$ eV).

1. Quelle énergie minimale faut-il lui fournir pour l'ioniser ?
2. Calcule la longueur d'onde maximale d'un photon capable de l'ioniser.
3. Un photon de 400 nm peut-il l'ioniser ? Et un photon de 300 nm ? Dans ce cas, quelle énergie cinétique reste-t-il à l'électron ?

Exercice 16 : Corriger les erreurs

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

- a. L'énergie d'un photon augmente quand sa longueur d'onde augmente.
- b. L'électronvolt est une unité de puissance.
- c. Doubler l'intensité d'une lumière monochromatique double l'énergie de chaque photon.
- d. Dans un spectre d'absorption, les raies noires correspondent aux photons qui traversent le gaz.
- e. Un atome dans son état fondamental peut émettre un photon.

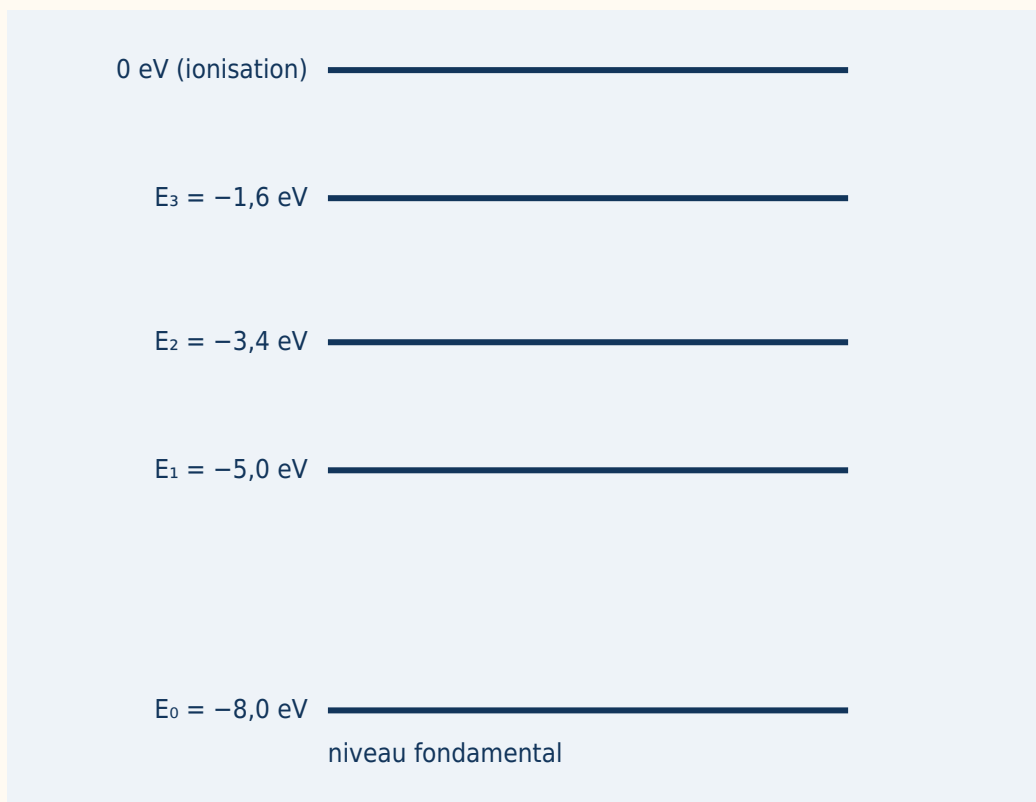
Exercice 17 : Wi-Fi et lumière

Un routeur émet des ondes électromagnétiques de fréquence $\nu = 2,4$ GHz.

1. Calcule l'énergie d'un photon Wi-Fi en joules puis en eV.
2. Calcule sa longueur d'onde.
3. Compare avec l'énergie d'un photon visible de 2,3 eV.
4. Pourquoi ces photons ne peuvent-ils pas rompre les liaisons chimiques ?

Exercice 18 : Un atome fictif

Le diagramme représente les niveaux d'énergie d'un atome fictif.



Niveaux d'énergie de l'atome fictif (échelle verticale proportionnelle aux énergies).

1. Quelle énergie minimale faut-il fournir à l'atome fondamental pour l'ioniser ?
2. Parmi des photons de 3,0 eV ; 3,4 eV ; 4,6 eV ; 5,0 eV, lesquels peuvent être absorbés par l'atome dans son état fondamental ?
3. L'atome est excité au niveau E_3 . Dresse la liste des transitions d'émission possibles, avec énergie et longueur d'onde du photon.
4. Combien de raies visibles (400 à 800 nm) le spectre d'émission comporte-t-il ?

Exercice 19 : Pourquoi des raies ?

1. Un filament chaud émet un spectre continu, un gaz excité un spectre de raies. Explique cette différence à l'aide des niveaux d'énergie.
2. Pourquoi les raies noires du spectre d'une étoile sont-elles aux mêmes longueurs d'onde que les raies d'émission de l'élément correspondant ?
3. Comment les astronomes déduisent-ils la composition d'une étoile ?

Exercice 20 : Concevoir un protocole

Tu disposes d'une lampe à gaz inconnu, d'un spectroscopie à échelle graduée en nanomètres et d'un tableau de niveaux d'énergie de quelques atomes. Rédige un protocole pour déterminer l'écart d'énergie entre deux niveaux du gaz à partir d'une raie, puis pour identifier le gaz. Précise les calculs et la précision attendue.