

Lumière et photons

Corrigé du contrôle - niveau Terminale

Voici le corrigé du contrôle sur les photons et la quantification : tous les calculs sont détaillés avec leurs unités et chiffres significatifs, et le barème est précisé question par question.

Ce corrigé est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

La correction détaillée avec le barème du corrigé sur les photons

Correction de l'exercice 1 : Le pointeur laser (4 points)

- (1 pt) $E = hc / \lambda$, avec E en joule, h en J·s, c en m/s et λ en mètre.
- (1 pt) $E = 6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8 / 532 \times 10^{-9} = 1,989 \times 10^{-25} / 5,32 \times 10^{-7} = 3,74 \times 10^{-19}$ J. En eV : $3,74 \times 10^{-19} / 1,60 \times 10^{-19} = 2,34$ eV. Soit **$E \approx 3,74 \times 10^{-19}$ J $\approx 2,34$ eV**.
- (1 pt) $N = P / E = 5,0 \times 10^{-3} / 3,74 \times 10^{-19} = 1,34 \times 10^{16} \text{ s}^{-1}$, soit **$N \approx 1,3 \times 10^{16}$ photons par seconde**.
- (1 pt) $E' = 1,989 \times 10^{-25} / 650 \times 10^{-9} = 3,06 \times 10^{-19}$ J ; $N' = 5,0 \times 10^{-3} / 3,06 \times 10^{-19} = 1,63 \times 10^{16} \text{ s}^{-1}$, soit **$N' \approx 1,6 \times 10^{16}$ photons par seconde**. À puissance égale, le laser rouge émet environ 1,2 fois plus de photons : chaque photon rouge est moins énergétique.

Correction de l'exercice 2 : Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène (5 points)

- (1 pt) $E_2 = -13,6 / 4 = -3,40$ eV ; $E_3 = -13,6 / 9 = -1,51$ eV.
- (1 pt) L'atome passe d'un niveau d'énergie plus élevée ($n = 3$) à un niveau plus bas ($n = 2$) : c'est une **émission** d'un photon. Son énergie est $\Delta E = E_3 - E_2 = -1,51 - (-3,40) = 1,89$ eV.
- (1,5 pt) $\Delta E = 1,89 \times 1,60 \times 10^{-19} = 3,02 \times 10^{-19}$ J. $\lambda = hc / \Delta E = 1,989 \times 10^{-25} / 3,02 \times 10^{-19} = 6,58 \times 10^{-7}$ m, soit **$\lambda \approx 658$ nm** : rayonnement **visible** (rouge).

4. (1,5 pt) L'énergie minimale d'ionisation est $E_{\infty} - E_1 = 0 - (-13,6) = \mathbf{13,6 \text{ eV}}$, soit $13,6 \times 1,60 \times 10^{-19} = 2,18 \times 10^{-18} \text{ J}$. $\lambda_{\max} = 1,989 \times 10^{-25} / 2,18 \times 10^{-18} = 9,14 \times 10^{-8} \text{ m}$, soit $\lambda_{\max} \approx \mathbf{91,4 \text{ nm}}$: domaine ultraviolet.

Correction de l'exercice 3 : L'effet photoélectrique du césium (6 points)

1. (1 pt) Il faut $h\nu \geq W$, c'est-à-dire $\nu \geq \nu_0$ avec $\nu_0 = W / h$: en dessous de ν_0 , aucun électron n'est arraché, quelle que soit l'intensité lumineuse.

2. (2 pt) La droite a pour équation $E_{c,\max} = h(\nu - \nu_0)$: sa pente vaut h . On prend les points $(6,0 \times 10^{14} \text{ Hz} ; 0,55 \text{ eV})$ et $(10,0 \times 10^{14} \text{ Hz} ; 2,20 \text{ eV})$: pente = $(2,20 - 0,55) / (4,0 \times 10^{14}) = 4,1 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$. En joule : $h = 4,125 \times 10^{-15} \times 1,60 \times 10^{-19} = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, soit $\mathbf{h \approx 6,60 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}}$, en accord avec la valeur tabulée.

3. (2 pt) La droite coupe l'axe des abscisses pour $\nu_0 \approx \mathbf{4,67 \times 10^{14} \text{ Hz}}$. $W = h\nu_0 = 4,125 \times 10^{-15} \times 4,67 \times 10^{14} = 1,93 \text{ eV}$, soit $\mathbf{W \approx 1,93 \text{ eV}}$.

4. (1 pt) $E_{\text{photon}} = hc / \lambda = 1,989 \times 10^{-25} / 500 \times 10^{-9} = 3,98 \times 10^{-19} \text{ J} = 2,49 \text{ eV}$. $E_{c,\max} = 2,49 - 1,93 = 0,56 \text{ eV}$, soit $\mathbf{E_{c,\max} \approx 0,56 \text{ eV}}$ (valeur cohérente avec le point à $6,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$ du graphique).

Correction de l'exercice 4 : La raie jaune du sodium (5 points)

1. (1 pt) L'énergie d'un atome isolé est quantifiée : il ne possède que des niveaux discrets. Un photon émis lors d'une transition a une énergie égale à l'écart entre deux niveaux, donc une longueur d'onde bien précise : le spectre est composé de raies fines.

2. (2 pt) $E = hc / \lambda = 1,989 \times 10^{-25} / 589 \times 10^{-9} = 3,38 \times 10^{-19} \text{ J}$, soit $3,38 \times 10^{-19} / 1,60 \times 10^{-19} = \mathbf{2,11 \text{ eV}}$.

3. (1 pt) $E_{\text{sup}} - E_{\text{inf}} = 2,11 \text{ eV}$, donc $E_{\text{inf}} = -3,03 - 2,11 = \mathbf{-5,14 \text{ eV}}$.

4. (1 pt) L'énergie d'ionisation est $5,14 \text{ eV}$: le niveau fondamental a pour énergie $-5,14 \text{ eV}$. Le niveau inférieur de la transition est donc **l'état fondamental** de l'atome de sodium.

Barème et conseils

Exercice	Thème	Points
1	Pointeur laser	4
2	Niveaux de l'hydrogène	5
3	Effet photoélectrique	6
4	Raie du sodium	5
Total		20

Pour progresser, convertis systématiquement les nanomètres en mètres et les électronvolts en joules avant de calculer une énergie ou une longueur d'onde. Retiens qu'une émission fait descendre l'atome sur le diagramme et qu'une absorption le fait monter, et que la pente d'un graphique d'effet photoélectrique est la constante de Planck.

[Retour au sujet du contrôle](#)