

Correction DS 1 - Classe de 1^{ère} Spé PC(4 points) Exercice 1: **Les filtres**

On observe à travers des filtres de couleurs différentes une source de lumière blanche.

- (1,5 points) Quelle couleur perçoit-on si on superpose deux filtres magenta et cyan ?

Solution: Le magenta filtre le vert et le cyan filtre le rouge. Il ne restera donc que le bleu.

- (1,5 points) Quelle couleur perçoit-on si on superpose trois filtres jaune, cyan et magenta ?

Solution: Le filtre jaune bloque le bleu et ne laisse passer que le rouge et le vert. Donc si on l'ajoute aux filtres magenta et cyan, plus aucune couleur ne passera, on verra du noir.

- (1 point) Est-ce de la synthèse soustractive ou additive ?

Solution: On pratique ici de la synthèse soustractive, on ôte de la lumière colorée dans le spectre lumineux.

(4 points) Exercice 2: **Diagramme d'énergie d'un atome**

La figure ci-contre représente le diagramme des niveaux d'énergie d'un atome isolé.

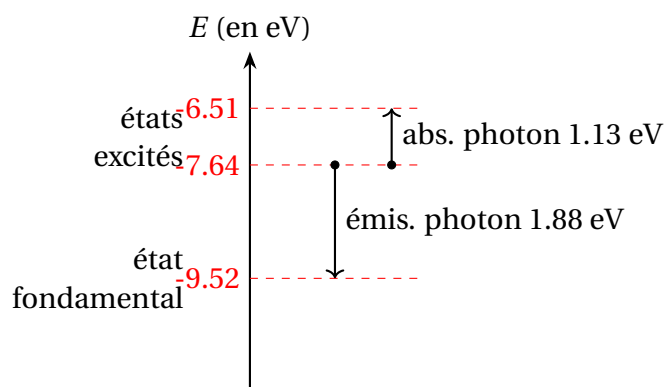


Figure 1: Diagramme des niveaux d'énergie d'un atome

- (1 point) Indiquer l'état fondamental et les états excités sur la figure.
- (1 point) Représenter l'absorption d'un photon d'énergie $E = 1,13 \text{ eV}$, par une flèche sur le diagramme.
- (1 point) Même question pour l'émission d'un photon d'énergie $\Delta E = 1,88 \text{ eV}$.
- (1 point) Cet atome peut-il absorber un photon d'énergie $\Delta E = 1,01 \text{ eV}$? Justifier.

Solution: Un atome ne peut pas absorber un photon d'énergie $E = 1,01 \text{ eV}$ car tous les niveaux d'énergies sont séparés par des différences d'énergies plus grandes, ce photon ne peut pas être absorbé.

(5 points) Exercice 3: **Une séance de TP**

Au cours d'une séance de TP, les élèves d'une classe de première étudient la formation des images données par une lentille convergente. Ils tracent pour cela le graphe donnant :

$$\frac{1}{OA'} \text{ en fonction de } \frac{1}{OA} \quad (1)$$

Ils obtiennent une droite affine qui permet de valider l'expression de la relation de conjugaison.

- (1,5 points) En vous aidant de la relation de conjugaison et du graphique, montrer la distance focale de la lentille utilisée est de 10 cm.

$$\frac{1}{OA'} = \frac{1}{OA} + \frac{1}{f'} \quad (2)$$

Solution: Si on s'intéresse à l'équation:

$$\frac{1}{OA'} = \frac{1}{OA} + \frac{1}{f'}$$

elle est de la forme: $y = ax + b$, soit une fonction affine, ce qui correspond au graphique. La droite obtenue a un coefficient directeur $a = 1$ et une ordonnée à l'origine $b = \frac{1}{f'}$. En lisant sur le graphique, on trouve $\frac{1}{f'} = 10 \text{ m}^{-1}$, d'où $f' = \frac{1}{10} = 0,10 \text{ m} = 10 \text{ cm}$.

- (2 points) Déterminer la position de l'image quand l'objet est placé à 20 cm devant la lentille.

Solution:

- $\overline{OA} = -20 \text{ cm}$
- $f' = 10 \text{ cm}$

On isole $\overline{OA'}$ dans la relation de conjugaison donc:

$$\begin{aligned} \overline{OA'} &= \frac{\overline{OA} \times f'}{\overline{OA} + f'} \\ &= \frac{-20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}}{-20 \text{ cm} + 10 \text{ cm}} \\ \boxed{\overline{OA'} = 20 \text{ cm}} \end{aligned}$$

L'image est située à 20 centimètres de la lentille.

- (1,5 points) Que peut-on dire du grandissement ?

Solution: $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{20\text{cm}}{-20\text{cm}} = -1$

$\gamma < 0$ donc l'image est renversée. $|\gamma| = 1$ donc l'image est de la même taille que l'objet.

(7 points) Exercice 4: **Le laser Hélium-Néon**

1. (1 point) Quel type d'interaction est mis en jeu lors de la première étape ? Justifier.

Solution: Il s'agit d'une **absorption** car il y a un gain d'énergie pour un électron de l'atome d'Hélium (il passe de la sous-couche $1s$ à la sous-couche $2s$) : $\Delta E = E(4s^2 2s^1) - E(4s^2) > 0$ (car $E(4s^2 2s^1) > E(4s^2)$).

2. (1 point) Quelle relation lie la longueur d'onde dans le vide λ à la fréquence ν ? Préciser les unités.

Solution: Relation entre λ et ν :

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

où λ est en mètres, ν en Hz et c en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

3. (1,5 points) Exprimer puis calculer la fréquence puis la période de l'onde associée à la radiation rouge du laser Hélium-Néon. On rappelle que la fréquence est l'inverse de la période: $\nu = \frac{1}{T}$.

Solution: Fréquence et période de l'onde :

$$\begin{aligned} \nu &= \frac{c}{\lambda} \\ &= \frac{3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{632,8 \times 10^{-9} \text{ m}} \end{aligned}$$

$$\boxed{\nu = 4,74 \times 10^{14} \text{ Hz}}$$

$$\begin{aligned} T &= \frac{1}{\nu} \\ &= \frac{1}{4,74 \times 10^{14} \text{ Hz}} \end{aligned}$$

$$\boxed{T = 2,11 \times 10^{-15} \text{ s}}$$

$$\begin{aligned} T &= \frac{\lambda}{c} \\ &= \frac{632,8 \times 10^{-9} \text{ m}}{3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} \end{aligned}$$

$$\boxed{T = 2,11 \times 10^{-15} \text{ s}}$$

4. (2 points) Exprimer puis calculer, en joule puis en électron-volt, l'énergie ΔE associée au photon de l'effet laser.

Solution: Énergie associée au photon :

$$\begin{aligned} \Delta E &= h\nu \\ &= \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 4,74 \times 10^{14} \text{ Hz}}{1,60 \times 10^{-19} \text{ J} \cdot \text{eV}^{-1}} \end{aligned}$$

$$\boxed{\Delta E = 2,00 \text{ eV}}$$

5. (1 point) En déduire de la question 4, l'énergie E_{3p} , en électron-volt, de la sous-couche $3p$ de l'atome de Néon.

Solution: Énergie de la sous-couche $3p$:

$$\begin{aligned} \Delta E_{5s \rightarrow 3p} &= E_{3p} - E_{5s} < 0 \\ &\text{(car émission de photon de } \lambda = 632,8 \text{ nm)} \end{aligned}$$

$$\Delta E_{5s \rightarrow 3p} = -(\text{énergie du photon})$$

$$E_{3p} = E_{5s} - \Delta E$$

$$\boxed{E_{3p} = 20,66 \text{ eV} - 2,00 \text{ eV} = 18,66 \text{ eV}}$$

6. (0,5 points) L'énergie émise par ce type de laser en 1 s est de 1,0 mJ. En déduire le nombre de photons émis par le laser chaque seconde. Commenter le résultat obtenu.

Solution: Nombre de photons émis par seconde :

$$\begin{aligned} N &= \frac{\text{Puissance}}{\text{Énergie par photon}} \\ &= \frac{1,0 \times 10^{-3} \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}}{\frac{3,44 \times 10^{-19} \text{ J}}{\text{photon}}} \end{aligned}$$

$$\boxed{N = 2,91 \times 10^{15} \text{ photon/s}}$$

$$N = \frac{1,0 \times 10^{-3} \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}}{\frac{3,44 \times 10^{-19} \text{ J}}{\text{photon}}}$$

$$\boxed{N = 2,91 \times 10^{15} \text{ photon/s}}$$

Commentaire : Le grand nombre de photons émis chaque seconde montre l'intensité de l'émission laser.