



CH3 EXERCICES PHOTONS

Utiliser l'électronvolt

Un photon émis par une source lumineuse a une énergie $|\Delta\mathcal{E}| = 2,2 \text{ eV}$.

- Exprimer cette énergie en joule.
- En déduire la fréquence ν et la longueur d'onde dans le vide λ du rayonnement associé.
- Vérifier que ce rayonnement appartient au domaine des ondes lumineuses.

Associer un photon à un rayonnement

Un rayonnement monochromatique rouge a une longueur d'onde dans le vide $\lambda = 650 \text{ nm}$. Calculer l'énergie $|\Delta\mathcal{E}|$, en joule puis en électronvolt, du photon associé à ce rayonnement.

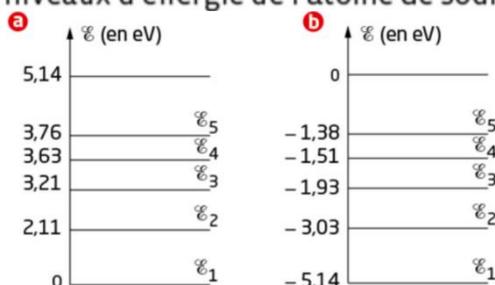
LASER médical

En chirurgie, l'ablation des tumeurs peut être réalisée avec un laser à dioxyde de carbone de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 10,6 \mu\text{m}$.

- Indiquer à quel domaine spectral appartient le rayonnement émis par le laser à dioxyde de carbone.
- Pour que le chirurgien puisse diriger correctement le faisceau sur la tumeur, on utilise un laser He-Ne auxiliaire de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 632,8 \text{ nm}$. Quelle est la couleur du faisceau ?
- Justifier l'utilisation de ce laser auxiliaire.
- Le laser à dioxyde de carbone émet chaque seconde $N = 2,7 \times 10^{21}$ photons. Calculer l'énergie $|\Delta\mathcal{E}|$ transportée par un photon, puis en déduire la puissance \mathcal{P} du faisceau.

Choix de l'origine des énergies

Les deux schémas ci-dessous représentent les diagrammes des niveaux d'énergie de l'atome de sodium.





- Expliquer pourquoi les différents niveaux d'énergie n'ont pas la même valeur.
- Indiquer pour chacun des diagrammes le niveau d'énergie pris comme référence.
- Expliquer pourquoi les énergies des différents niveaux sont négatives dans le diagramme (b).
- Calculer dans les deux cas l'énergie $|\Delta\mathcal{E}|$ du photon émis lorsque l'atome se désexcite en passant du niveau 5 au niveau 2.
- Conclure sur l'importance du choix du niveau de référence pour le calcul des énergies des photons émis ou absorbés.

Extraction d'un électron

Pour extraire un électron libre d'un métal, il faut lui fournir une énergie minimale \mathcal{W}_0 appelée énergie d'extraction. Cette énergie peut être fournie aux atomes du métal par un photon d'énergie $|\Delta\mathcal{E}|$.

Si $|\Delta\mathcal{E}| < \mathcal{W}_0$, l'électron n'est pas arraché du métal.

Si $|\Delta\mathcal{E}| \geq \mathcal{W}_0$, l'électron est arraché et la différence d'énergie $|\Delta\mathcal{E}| - \mathcal{W}_0$ est fournie à l'électron sous forme d'énergie cinétique : $\mathcal{E}_c = |\Delta\mathcal{E}| - \mathcal{W}_0$.

Données :

- énergie d'extraction pour le zinc : $\mathcal{W}_0 = 5,38 \times 10^{-19}$ J ;
- masse de l'électron : $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg.

a. Une plaque de zinc préalablement chargée négativement est éclairée avec un faisceau de lumière verte de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 532$ nm. La plaque se décharge-t-elle ? Justifier la réponse.

b. La plaque est ensuite éclairée avec un faisceau ultraviolet de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 254$ nm.

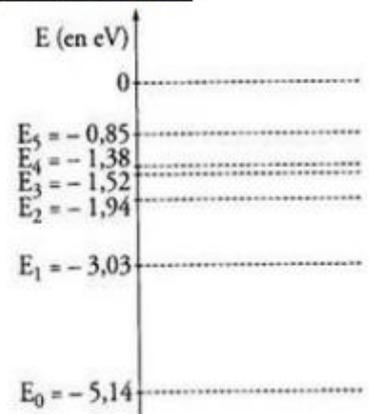
Calculer l'énergie cinétique \mathcal{E}_c des électrons arrachés puis la valeur v de la vitesse des électrons lorsqu'ils quittent la plaque.

Un peu de temps sous un lampadaire

On allume une lampe à vapeurs de sodium. La raie la plus intense de son spectre est une raie du visible, de couleur jaune et de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 589$ nm.

- Calculer, en eV, l'énergie des photons associés à cette longueur d'onde.
- On donne ci-contre le diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de sodium.
 - Comment appelle-t-on le niveau E_0 ? Et les niveaux E_1 et E_2 ?
 - Vérifier que la raie jaune correspond à la transition d'un atome de sodium entre l'état E_0 et l'état E_1 .
 - La transition précédente correspond-elle à une émission ou une absorption de la lumière ?
 - Représenter sur le diagramme cette transition par une flèche notée 1.

Spectre de sodium





On éclaire maintenant de la vapeur de sodium avec une lumière blanche.

3. La transition entre l'état E_0 et l'état E_1 correspond-elle maintenant à une émission ou une absorption de la lumière ?
4. Représenter sur le diagramme cette transition par une flèche notée 2.

Dioxyde de soufre et pollution

Le dioxyde de soufre est un gaz dont la présence dans l'atmosphère terrestre est due aux éruptions volcaniques et aux rejets de certaines industries. Dangereux pour l'environnement et pour la santé, il est l'une des causes de la pollution de l'air.

Pour déterminer la concentration en dioxyde de soufre de l'air ambiant, on le soumet à un rayonnement ultraviolet de longueur d'onde $\lambda' = 214$ nm. Les molécules de dioxyde de soufre initialement dans leur état fondamental d'énergie E_0 , sont alors portées vers un état d'énergie E' . Cet état étant instable, le dioxyde de soufre se désexcite très rapidement vers un état intermédiaire d'énergie E'' (différent de E_0).

La mesure de l'intensité de ce rayonnement permet de déterminer la concentration en dioxyde de soufre de l'air analysé.

1. Comme qualifie-t-on les états d'énergie E' et E'' de la molécule de dioxyde de soufre ?
2. A l'aide des informations du texte, placer sur un diagramme les états d'énergie E_0 , E' et E'' , en justifiant la démarche.
3. Le passage de la molécule de l'état d'énergie E_0 à celui d'énergie E' correspond-il à une émission ou à une absorption de lumière ? Justifier.
4. Représenter sur le diagramme cette transition par une flèche notée 1.
5. Calculer, en eV, la variation d'énergie ΔE_1 correspondant à la transition entre les niveaux E_0 et E' .
6. Au cours du passage de la molécule de l'état d'énergie E' à celui d'énergie E'' , elle échange avec l'extérieur une quantité d'énergie $\Delta E_2 = 3,65$ eV.
 - a. Représenter sur le diagramme cette transition par une flèche notée 2.
 - b. Déterminer, en nm, la longueur d'onde λ'' de la radiation émise.
 - c. Dans quel domaine du spectre se situe-t-elle ?

Données :

- La constante de Planck : $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s
- $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}$ J
- L'indice de réfraction est donné par la relation $n = \frac{c}{v}$, où v est la célérité de la lumière dans le milieu d'indice de réfraction n .
- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \cdot 10^8$ m.s⁻¹