PHYSIQUE-CHIMIE · PREMIÈRE / EXERCICES CORRIGÉS

La lumière, onde et photon, et les niveaux d'énergie de l'atome

Astrolab Cours · astrolabcours.fr

Ex. 1 L'énergie d'un photon vert

●○○ Application

Un laser vert émet à $\lambda = 532\ \text{nm}$. Calculer la fréquence de la radiation, puis l'énergie d'un photon en joules et en électronvolts.

Indice

$\nu = c/\lambda$, puis $E = h\nu$.

La fréquence

$\nu = 3{,}00 \times 10^{8} / 532 \times 10^{-9} \approx 5{,}64 \times 10^{14}\ \text{Hz}$.

L'énergie

$E = 6{,}63 \times 10^{-34} \times 5{,}64 \times 10^{14} \approx 3{,}74 \times 10^{-19}\ \text{J}$.

En électronvolts

$E = 3{,}74 \times 10^{-19} / 1{,}60 \times 10^{-19} \approx 2{,}34\ \text{eV}$.

Ex. 2 La raie rouge de l'hydrogène

●●○ Méthode

L'atome d'hydrogène passe du niveau $E_3 = -1{,}51\ \text{eV}$ au niveau $E_2 = -3{,}40\ \text{eV}$.

1. S'agit-il d'une émission ou d'une absorption ?
2. Calculer la longueur d'onde du photon. Dans quel domaine est-il ?

Indice

$\lambda = hc/\Delta E$, avec ΔE en joules.

Le sens

L'atome descend d'une marche, il émet un photon.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/premiere/photons-et-spectres/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

L'énergie

$\Delta E = -1{,}51 - (-3{,}40) = 1{,}89\ \text{eV} = 1{,}89 \times 1{,}60 \times 10^{-19} \approx 3{,}02 \times 10^{-19}\ \text{J}.$

La longueur d'onde

$\lambda = 6{,}63 \times 10^{-34} \times 3{,}00 \times 10^{8} / 3{,}02 \times 10^{-19} \approx 6{,}58 \times 10^{-7}\ \text{m}.$

Conclusion

$\lambda \approx 658\ \text{nm}$, une raie rouge du visible, celle qui colore les nébuleuses sur les photos.

Ex. 3 Un photon qui ne convient pas ●●○ Piège

Un atome d'hydrogène est dans son état fondamental $E_1 = -13{,}6\ \text{eV}$. Il reçoit un photon de 11,0 eV. Un élève affirme : « il absorbe le photon et monte entre E_2 et E_3 ». Corriger. ($E_2 = -3{,}40\ \text{eV}$, $E_3 = -1{,}51\ \text{eV}$)

Indice

Peut-on s'arrêter entre deux marches ?

Les écarts possibles

$E_2 - E_1 = 10{,}2\ \text{eV}$, $E_3 - E_1 = 12{,}1\ \text{eV}$.

L'erreur

Il n'existe aucun niveau entre E_2 et E_3. Les niveaux sont quantifiés, l'atome ne peut pas s'arrêter entre deux.

Conclusion

11,0 eV ne correspond à aucun écart. Le photon n'est pas absorbé, il traverse le gaz.

Ex. 4 Le spectre d'une étoile ●●● Type bac

Le spectre de la lumière d'une étoile présente un fond continu coloré barré de raies noires, notamment à 589 nm et 656 nm. Le sodium émet une raie à 589 nm, l'hydrogène une raie à 656 nm.

1. Quel type de spectre est-ce ?
2. Que peut-on en conclure sur l'atmosphère de l'étoile ?
3. Calculer l'énergie, en eV, de la transition du sodium correspondante.

Indice

Absorption et émission se font aux mêmes longueurs d'onde.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/premiere/photons-et-spectres/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

Le type

Raies noires sur fond coloré, c'est un spectre d'absorption.

L'atmosphère

Un atome absorbe exactement les longueurs d'onde qu'il sait émettre. Les raies à 589 et 656 nm sont celles du sodium et de l'hydrogène.

L'énergie

$E = hc/\lambda = 6{,}63 \times 10^{-34} \times 3{,}00 \times 10^{8} / 589 \times 10^{-9} \approx 3{,}38 \times 10^{-19}$ J, soit environ 2,11 eV.

Conclusion

L'atmosphère de l'étoile contient du sodium et de l'hydrogène, la transition du sodium vaut environ 2,11 eV.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/premiere/photons-et-spectres/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits