

Excitation, désexcitation - Correction

Exercice 01 : Effet photoélectrique

L'effet photoélectrique consiste à arracher à la matière des électrons avec des photons d'énergie convenable : l'énergie du photon doit au moins être égale à l'énergie d'extraction de l'électron W , qui dépend de la nature du matériau exposé à la lumière.

Pour le sodium (Na), cette énergie d'extraction est $W_{(\text{Na})} = 2,28 \text{ eV}$ et pour le platine (Pt), $W_{(\text{Pt})} = 6,35 \text{ eV}$.

Données : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$; $1\text{eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$;
masse électron $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

1. Exprimer ces deux énergies en joule.

Les énergies en joule sont :

$$W_{(\text{Na})} = 2,28 \times 1,60 \times 10^{-19} = 3,65 \times 10^{-19} \text{ J}.$$

$$W_{(\text{Pt})} = 6,35 \times 1,60 \times 10^{-19} = 1,02 \times 10^{-18} \text{ J}.$$

2. Déterminer les longueurs d'onde, λ_{Na} et λ_{Pt} , des radiations dont l'énergie des photons correspond respectivement à $W_{(\text{Na})}$ et $W_{(\text{Pt})}$.

La relation entre l'énergie du photon et la longueur d'onde est donnée par : $E (J) = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda}$ d'où :

$$\lambda_{(\text{Na})} = h \cdot \frac{c}{W_{(\text{Na})}} = 6,63 \times 10^{-34} \times \frac{3,00 \times 10^8}{3,65 \times 10^{-19}} = 5,45 \times 10^{-7} \text{ m}.$$

$$\lambda_{(\text{Pt})} = h \cdot \frac{c}{W_{(\text{Pt})}} = 6,63 \times 10^{-34} \times \frac{3,00 \times 10^8}{1,02 \times 10^{-18}} = 1,95 \times 10^{-7} \text{ m}.$$

3. À quels domaines des ondes électromagnétiques correspondent ces deux radiations ? Quelle est la plus énergétique des deux ?

$\lambda_{(\text{Na})} = 5,45 \times 10^{-7} \text{ m} = 545 \text{ nm}$: Cette radiation appartient au visible (couleur verte).

$\lambda_{(\text{Pt})} = 1,95 \times 10^{-7} \text{ m} = 195 \text{ nm}$: Cette radiation appartient aux ultraviolets, dont les longueurs d'ondes sont inférieures à 400 nm.

C'est la radiation ultraviolet qui est la plus énergétique : sa longueur d'onde est plus courte (et sa fréquence est plus élevée) que celle qui correspond au domaine visible.

4. On éclaire une surface du métal sodium par une radiation monochromatique de longueur d'onde λ_{Pt} . Observera-t-on un effet photoélectrique ? Si oui, à quelle vitesse sont éjectés les électrons à leur sortie du métal ?

L'énergie du photon UV est supérieure à l'énergie d'extraction du sodium. On observera bien, dans ce cas, un effet photoélectrique.

En utilisant la loi de conservation de l'énergie, l'énergie du photon incident transférée à l'électron arraché est égale au travail d'extraction de l'électron, plus l'énergie cinétique de celui-ci à la sortie du métal :

$$E_v = W + E_c : d'où : E_c = E_v - W_{(Na)} ; \text{ or, } E_c = \frac{1}{2} m_e v^2, \text{ soit } v = \sqrt{\frac{2E_c}{m_e}} = \sqrt{\frac{2(E_v - W)}{m_e}}$$

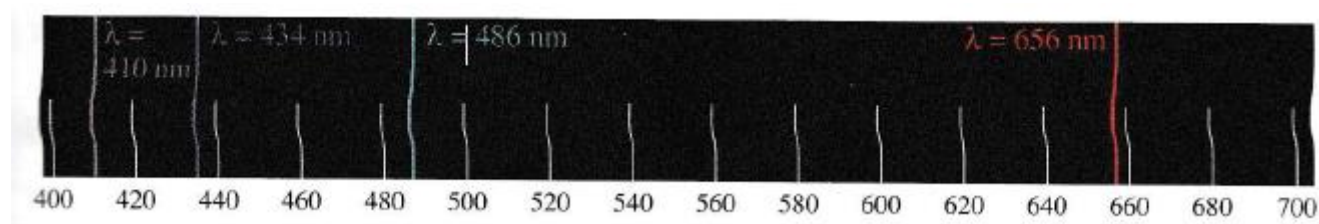
$$v = \sqrt{\frac{2(10,2 \times 10^{-19} - 3,65 \times 10^{-19})}{9,11 \times 10^{-31}}} = 1,20 \times 10^6 \text{ m.s}^{-1}.$$

5. Observera-t-on un effet photoélectrique si l'on éclaire une surface de platine par une radiation monochromatique de longueur d'onde λ_{Na} ?

L'énergie du photon de lumière verte n'est pas suffisant pour extraire les électrons du platine.

Exercice 02 : Raies de Balmer de l'atome d'hydrogène

Le spectre de l'atome d'hydrogène dans le domaine visible, donné ci-après, présente des raies caractéristiques de cet atome appartenant à la série de Balmer.



Pour interpréter les spectres de raies des atomes, Niels Bohr a postulé en 1913 la quantification des niveaux d'énergie. Pour l'atome d'hydrogène, on a : E_n (en eV) = $\frac{13,6}{n^2}$; où n est un entier non nul.

Données : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$; $1\text{eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$;

1. Le spectre présenté ci-dessus est-il un spectre d'émission ou d'absorption de l'hydrogène ?

Dans ce spectre, les raies sont lumineuses et le fond est noir. C'est donc un spectre d'émission qui présente seulement les radiations monochromatiques émises par les atomes d'hydrogène.

2. A quoi correspond le niveau d'énergie de valeur 0 eV de l'atome ? Quelle est la valeur de l'énergie nécessaire pour ioniser l'atome ?

Le niveau d'énergie 0 correspond, par convention, à l'énergie de l'atome ionisé (électron et noyau séparés).

L'énergie d'ionisation correspond à l'écart d'énergie entre :

- L'état fondamental, $n = 1$, le niveau le plus stable, $E_1 = -13,6 \text{ eV}$,

- et l'atome ionisé, $n = \infty$, $E_\infty = 0 \text{ eV}$.

L'énergie d'ionisation est $E_{\text{ionisation}} = 0 - (-13,6 \text{ eV}) = 13,6 \text{ eV}$.

3. Les raies de la série des raies dites de Balmer correspondent à des transitions d'un niveau électronique n' supérieur à 2, vers le niveau d'énergie $n=2$.

Montrer que lors d'une transition d'un niveau n' de l'atome d'hydrogène vers le niveau $n = 2$, l'atome émet $E_{(n' \rightarrow 2)} = 13,6 \times \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n'^2} \right)$.

Entre un niveau d'énergie n' supérieur à l'énergie du niveau 2, l'écart d'énergie est :

$$\Delta E = E_{n'} - E_2 = -\frac{13,6}{n'^2} - \left(-\frac{13,6}{2^2} \right) = 13,6 \times \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n'^2} \right)$$

4. Calculer l'énergie et la longueur d'onde du photon émis par l'atome d'hydrogène lors de la transition du niveau $n' = 6$ vers le niveau $n = 2$. A quelle raie du spectre correspond cette transition ?

Le photon émis par l'atome lors d'une transition du niveau $n'=6$ vers le niveau $n=2$ a une énergie égale à : $E_{(6 \rightarrow 2)} = 13,6 \times \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{6^2} \right) = 3,02 \text{ eV}$. soit $E_{(6 \rightarrow 2)} = 3,02 \times 1,60 \times 10^{-19} = 4,83 \times 10^{-19} \text{ J}$.

La longueur d'onde associée au photon est :

$$\lambda(6 \rightarrow 2) = h \cdot \frac{c}{E_{(6 \rightarrow 2)}} = 6,63 \times 10^{-34} \times \frac{3,00 \times 10^8}{4,83 \times 10^{-19}} = 4,12 \times 10^{-7} \text{ m} = 412 \text{ nm}.$$

Cette raie correspond à la raie violette extrême du spectre, juste avant les ultraviolets.

5. Pourquoi ne peut-on voir que quatre raies de la série des raies de Balmer dans le domaine visible ?

La transition d'un niveau supérieur à 6 vers le niveau 2 donnera une énergie de transition supérieure à celle calculée précédemment et se situera dans les UV.

Il n'y a donc que quatre transitions possibles, dans la série de Balmer, qui soient visibles par l'oeil humain : $6 \rightarrow 2$ (410 nm) ; $5 \rightarrow 2$ (434 nm) ; $4 \rightarrow 2$ (486 nm) ; $3 \rightarrow 2$ (656 nm).

Ce document PDF gratuit à imprimer est issu de la page :

- [Exercices Terminale Physique - Chimie : Physique Transferts quantique d'énergie Excitation, désexcitation - PDF à imprimer](#)

Le lien ci-dessous vous permet de télécharger cet exercice avec un énoncé vierge

- [Désexcitation - Excitation - Terminale - Exercices corrigés](#)

Les exercices des catégories suivantes pourraient également vous intéresser :

- [Exercices Terminale Physique - Chimie : Physique Transferts quantique d'énergie Le photon - PDF à imprimer](#)

- [Exercices Terminale Physique - Chimie : Physique Transferts quantique d'énergie Principe du laser - PDF à imprimer](#)

Besoin d'approfondir en : Terminale Physique - Chimie : Physique Transferts quantique d'énergie Excitation

- [Cours Terminale Physique - Chimie : Physique Transferts quantique d'énergie Excitation, désexcitation](#)

- [Vidéos pédagogiques Terminale Physique - Chimie : Physique Transferts quantique d'énergie Excitation, désexcitation](#)