

Exercice 3.5

L'extraction d'un électron de césium se produit dès lors que l'on irradie le métal avec un rayonnement de longueur d'onde $0,66 \mu\text{m}$.

1. Calculer l'énergie minimale W_0 à fournir pour arracher un électron du métal (énergie de seuil photoélectrique) en eV et en kcal.mol^{-1} .

$$W_0 = 3,01.10^{-19} \text{ J} = 1,88 \text{ eV}$$

2. On irradie le césium par un rayonnement de longueur d'onde λ telle que l'énergie du photon soit égale à $2W_0$. Calculer λ et la vitesse des électrons émis.

$$\frac{hc}{\lambda} = 2W_0 = 3,3.10^{-7} \text{ m} = 330 \text{ nm}$$

$$2W_0 = W_0 + \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = W_0$$

$$v = \sqrt{\frac{2W_0}{m}} = 8,13.10^5 \text{ m/s}$$

3. Les électrons émis présentent un caractère tout à la fois corpusculaire et ondulatoire. Quelle relation fondamentale de la mécanique quantique permet de traduire cette manifestation de la dualité onde/corpuscule de la matière ? Donner la valeur de la longueur d'onde associée au déplacement de l'électron. Doit-on s'attendre à des effets quantiques de la part de l'électron ?

$$\text{Relation de De Broglie : } \lambda_e = \frac{h}{mv} = 8,95.10^{-10} \text{ m} = 8,95 \text{ \AA}$$

Exercice 3.6

On envoie une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 550 \text{ nm}$ sur une photocathode en potassium ayant une énergie de seuil photo-électrique de 2 eV .

1. Quelle est l'énergie cinétique des électrons émis ? Quelle est leur vitesse ?

$$\frac{hc}{\lambda} = W_0 + \frac{1}{2}mv^2$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = 4,07.10^{-20} \text{ J}$$

2. Calculer la longueur d'onde de De Broglie des électrons émis. Leur mouvement doit-il être traité par la mécanique quantique ou la mécanique classique suffit-elle ?

$$v = 2,99.10^5 \text{ m/s}$$

$$\lambda_e = \frac{h}{mv} = 2,43.10^{-9} \text{ m} = 24,3 \text{ \AA}$$

3. Expliquer pourquoi, lorsqu'on augmente l'intensité de la lumière, le nombre d'électrons émis augmente mais pas leur énergie cinétique.

Lorsque l'intensité de la lumière, le nombre de photons incidents augmente, donc le nombre d'électrons émis. Mais chaque photon porte la même quantité d'énergie, donc l'énergie cinétique des électrons ne varie pas.

4. On utilise une lumière dont la longueur d'onde est deux fois plus faible, l'effet photo-électrique a-t-il toujours lieu ? Si oui, que devient l'énergie cinétique des électrons émis ?

Si la longueur d'onde est deux fois plus faible, l'énergie des photons incidents est deux fois plus élevée. L'effet photo-électrique a donc toujours lieu.

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{2hc}{\lambda} - W_0 = 4,02.10^{-19} \text{ J}$$

L'énergie cinétique des électrons augmente d'un ordre de grandeur.