

Exercice n° 1

L'expérience de Franck et Hertz a mis en évidence la quantification de l'énergie de l'atome. Le schéma du principe de cette expérience est donné par la figure 1.

1) Préciser le rôle des électrons émis par le canon à électrons et celui de l'analyseur dans cette expérience.

2) Les résultats de l'étude expérimentale relative au mercure ont permis de tracer la courbe $\frac{N_c}{N_0}$ en

fonction de l'énergie cinétique E_c des électrons émis par le canon à électrons (Fig.2), N_c étant le nombre d'électrons par unité de temps, comptés par l'analyseur et N_0 représente le nombre d'électrons par unité de temps, émis par le canon à électrons.

Montrer que cette courbe (Fig.2) traduit la quantification de l'énergie de l'atome de mercure.

3) Le diagramme de la figure 3 représente quelques niveaux d'énergie de l'atome de mercure.

a- A partir de ce diagramme, préciser en le justifiant, l'état fondamental de l'atome de mercure.

b- L'atome de mercure, pris dans son état fondamental, absorbe un photon d'énergie W égale à **5,45 eV**.

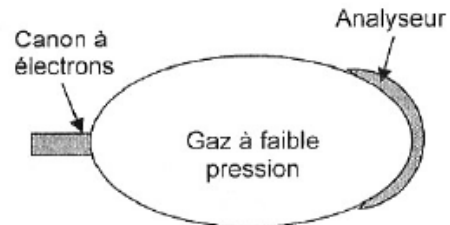


Fig.1

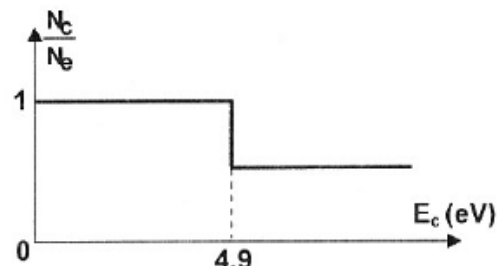


Fig. 2

Déterminer la valeur de l'énergie E_3 qui caractérise le niveau ($n = 3$) dans lequel se trouve l'atome après absorption d'un photon.

4) L'atome de mercure se trouve dans l'état excité d'énergie E_4 .

a- Calculer la longueur d'onde λ de la radiation émise lors de la transition de l'état d'énergie E_4 vers l'état fondamental d'énergie E_1 .

b- Préciser en le justifiant, si cette radiation émise appartient ou non au domaine visible, sachant que toute radiation visible est caractérisée par une longueur d'onde λ telle que : $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 750 \text{ nm}$.

5) La raie de longueur d'onde $\lambda = 438,6 \text{ nm}$ est émise lors de la transition de l'atome de mercure d'un état excité d'énergie E_n vers un état d'énergie inférieure E_p . Déterminer les énergies E_n et E_p correspondant à cette transition.

6) Un atome de mercure, pris dans son état fondamental, reçoit successivement deux photons, d'énergies respectives **10,00 eV** et **10,44 eV**.

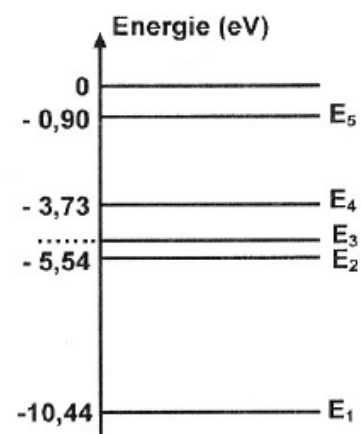


Fig.3

Préciser, en le justifiant, lequel des deux photons permettra l'ionisation de l'atome de mercure.

On donne : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$, $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Exercice 2

On rappelle que dans un état donné, l'atome d'hydrogène possède l'énergie :

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}, \text{ avec } n \in \mathbb{N}^* \text{ et } E_n \text{ exprimée en eV.}$$

1. a) Définir l'état fondamental d'un atome.
b) Calculer l'énergie de l'atome d'hydrogène dans son état fondamental.
2. Montrer que lorsqu'il passe d'un niveau d'énergie E_q à un niveau d'énergie E_p tel que p est inférieur à q , l'atome d'hydrogène libère de l'énergie sous une forme que l'on précisera.
3. Dans le cas où le niveau inférieur E_p de la transition est caractérisé par $p = 2$:

a) Montrer que la lumière émise par l'atome d'hydrogène a une longueur d'onde :

$$\lambda = \frac{0,365}{1 - \frac{4}{q^2}} \text{ en } \mu\text{m}, \text{ avec } q \text{ entier } \geq 3$$

b) Sachant que toute radiation visible a une longueur d'onde λ telle que $\lambda_{VI} \leq \lambda \leq \lambda_R$ où :

$$\lambda_{VI} = 0,400 \mu\text{m} \text{ pour la lumière violette,}$$

$$\lambda_R = 0,750 \mu\text{m} \text{ pour la lumière rouge,}$$

montrer que le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène renferme des raies visibles pour quatre valeurs de q que l'on déterminera.

4. Effectivement, les raies visibles du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène sont au nombre de quatre et correspondent aux radiations de longueurs d'onde :

$$\lambda_a = 0,657 \mu\text{m}, \lambda_b = 0,486 \mu\text{m}, \lambda_c = 0,434 \mu\text{m} \text{ et } \lambda_d = 0,410 \mu\text{m}.$$

a) Préciser, en justifiant la réponse, si l'atome d'hydrogène pris dans son état excité E_2 est capable d'absorber une radiation monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,434 \mu\text{m}$.

b) Dans l'affirmative, identifier le nouvel état excité E_q par la détermination de q .

On donne : $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$;

constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

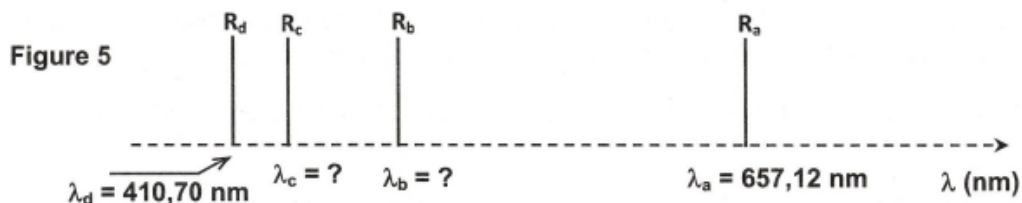
Exercice 3

On donne : Constante de Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$;

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$;

La longueur d'onde λ du spectre visible : $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 750 \text{ nm}$.

Sur la figure 5, on représente le spectre de l'atome d'hydrogène dans sa partie visible, constitué de quatre raies notées R_a , R_b , R_c et R_d ; de longueurs d'onde respectives dans le vide : $\lambda_a = 657,12 \text{ nm}$, λ_b , λ_c et $\lambda_d = 410,70 \text{ nm}$.



L'énergie, exprimée en eV, d'un niveau n d'énergie de l'atome d'hydrogène, est donnée par

$$E_n = - \frac{13,6}{n^2} \text{ où } n \text{ est un nombre entier naturel non nul.}$$

1) a- Lorsque les atomes d'hydrogène, préalablement excités, passent d'un état d'énergie caractérisé par $n > 2$ à l'état d'énergie caractérisé par $n = 2$, ils restituent de l'énergie en émettant des photons correspondants à des radiations de longueur d'onde λ_n .

Montrer que la longueur d'onde satisfait à la relation :

$$\lambda_n = 365,07 \cdot \frac{n^2}{n^2 - 4} \text{ (en nm).}$$

b- Préciser, en le justifiant, les valeurs possibles de n qui correspondent aux raies précédentes. En déduire les valeurs de λ_b et de λ_c .

2) On considère l'émission d'une raie R_f , qui correspond au passage de l'atome d'hydrogène du niveau $n_2 = 2$ au niveau $n_1 = 1$ ou état fondamental.

a- Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ_f de la radiation R_f .

b- Préciser, en le justifiant, si cette radiation est visible ou non.

3) Maintenant, on fournit, à l'atome d'hydrogène pris dans son état fondamental, un quantum d'énergie $E = 2,38 \text{ eV}$. Préciser, en le justifiant, si l'atome d'hydrogène peut absorber le photon

correspondant.

Exercice 3

L'analyse du spectre de l'atome d'hydrogène (Fig.3) dont le diagramme des niveaux d'énergie est représenté dans la figure Fig.4 révèle la présence de raies de longueurs d'onde λ bien déterminées.

- Préciser, en le justifiant, si le spectre analysé est un spectre :
 - continu ou bien discontinu,
 - d'émission ou bien d'absorption.
- Expliquer le qualificatif « quantifié » attribué à l'énergie d'un atome d'hydrogène.
- Préciser, en le justifiant, si l'atome d'hydrogène perd ou bien gagne de l'énergie quand il passe du niveau E_5 au niveau E_2 .
 - Déterminer la longueur d'onde de la radiation émise au cours de cette transition et identifier sa couleur.
- Déterminer la transition qui amène l'atome d'hydrogène au niveau d'énergie E_2 avec émission d'une lumière bleue.
- Déterminer l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène.

On donne :

- Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$
- Célérité de la lumière : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

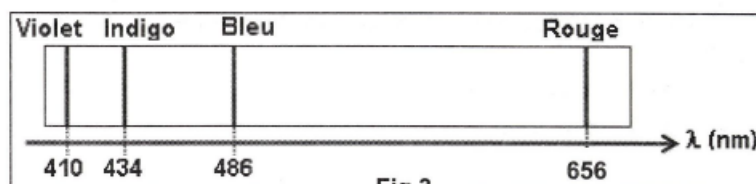


Fig.3

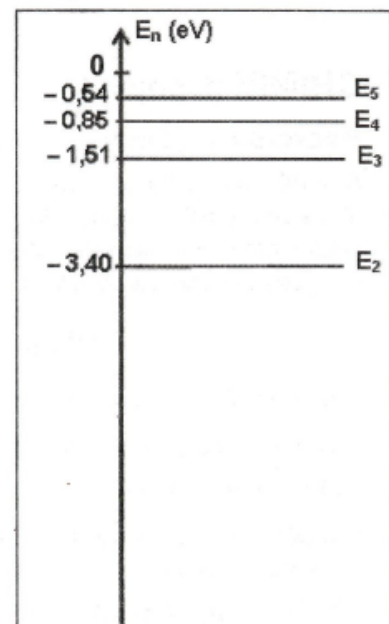


Fig.4