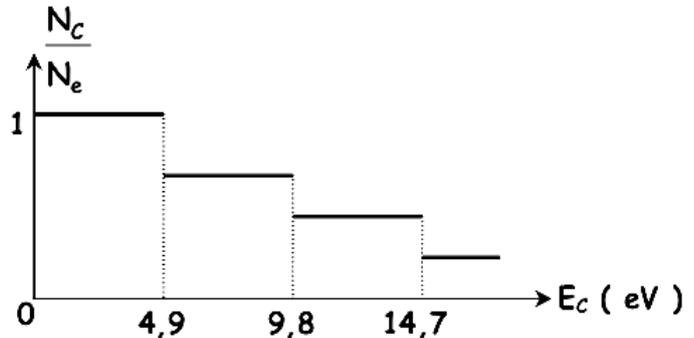


Chimie : Thème : Radioactivité

**EXERCICE 1**

Les résultats de l'expérience de Franck et Hertz sont donnés par la courbe ci-dessous :

On fait varier l'énergie cinétique  $E_c$  des électrons émis par la cathode vers la grille . On compte , par unité de temps , le nombre  $N_e$  d'électrons émis par la cathode et le nombre  $N_c$  d'électrons qui atteignent le capteur .



1°) Expliquer le phénomène étudié par l'expérience de Franck et Hertz .

2°) Interpréter la courbe proposée .

3°) Préciser le phénomène mis en évidence par l'expérience de Franck et Hertz .

**EXERCICE 2**

Pour l'atome d'hydrogène , la quantification de l'énergie se traduit par la relation :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2} \text{ avec } -E_0 = -13,6 \text{ eV et } n \in \mathbb{N}^* .$$

1°) a) Préciser la signification physique de  $E_0$  .

b) Préciser les états de l'atome d'hydrogène pour  $n > 1$  .

c) Préciser l'état de l'atome d'hydrogène lorsque  $n$  tend vers l'infini . Nommer alors cette énergie .

2°) Etablir l'expression de la longueur d'onde  $\lambda_{n,p}$  au photon émis ou absorbé lors de la transition de l'atome d'hydrogène du niveau  $E_n$  au niveau d'énergie  $E_p$  en fonction de  $E_0$  , de la constante de Planck , de la célérité  $c$  de la lumière , de  $n$  et de  $p$  .

**EXERCICE 3**

Pour l'atome d'hydrogène , la quantification de l'énergie se traduit par la relation :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2} \text{ avec } n \in \mathbb{N}^* .$$

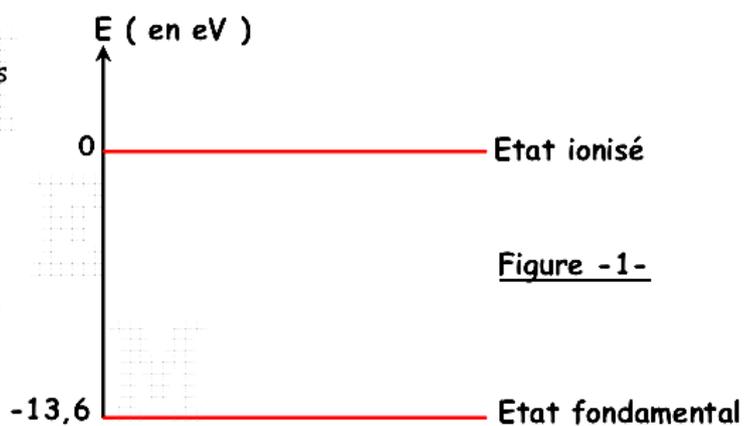
Sur le diagramme de la figure 1 sont représentés deux niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène .

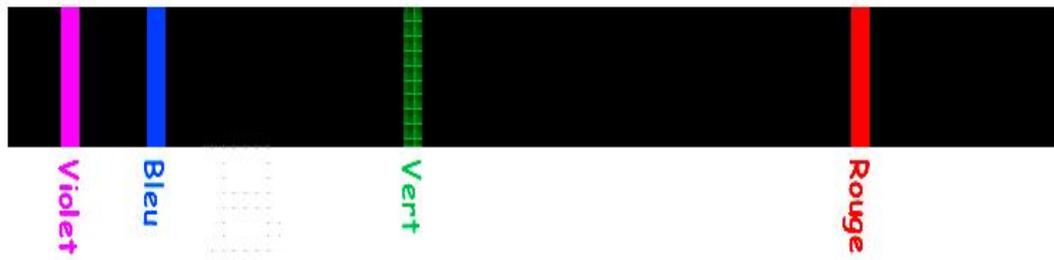
1°) a) Déduire , en justifiant votre réponse la valeur de  $E_0$  .

b) Qu'appelle-t-on énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène ? Donner sa valeur .

2°) a) Représenter sur le diagramme de la figure 1 les niveaux d'énergie pour  $n$  compris entre 2 et 5 .

b) La figure 2 représente le spectre de





**Figure -2-**

- s'agit-il d'un spectre d'émission ou d'absorption ?
- En s'aidant du diagramme précédent, justifier le caractère discontinu de l'atome d'hydrogène.

**3°) a)** Etablir l'expression de la longueur d'onde  $\lambda_{n,p}$  de la radiation émise ou absorbée lors de la transition de l'atome d'hydrogène du niveau  $E_n$  au niveau d'énergie  $E_p$  en fonction de  $E_0$ , de la constante de Planck, de la célérité  $c$  de la lumière, de  $n$  et de  $p$ .

**b)** Déterminer alors la longueur d'onde  $\lambda_{2,3}$  émise lorsque l'atome d'hydrogène passe du niveau d'énergie correspondant à  $n=3$  au niveau correspondant à  $n=2$ .

On donne :

Constante de Planck  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ .

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

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

**4°) a)** L'atome étant dans un état correspondant au niveau  $n=3$  ; il reçoit un photon d'énergie  $W = 0,45 \text{ eV}$ . Le photon est-il absorbé ? Justifier votre réponse.

**b)** L'atome étant toujours dans un état correspondant au niveau  $n=3$  ; il reçoit maintenant un photon d'énergie  $W' = 2,5 \text{ eV}$ .

Montrer que l'électron est arraché et calculer en eV son énergie cinétique  $E_c$ .

## EXERCICE 5

On donne quelques niveaux d'énergie de l'atome de mercure :  $E_0 = -10,45 \text{ eV}$  (niveau fondamental),  $E_1 = -4,99 \text{ eV}$ ,  $E_2 = -3,4 \text{ eV}$  et  $E_3 = -2,72 \text{ eV}$ .

**1°)** Calculer les énergies des photons émis par l'atome de mercure lorsque celui-ci passe du niveau  $E_3$  au niveau  $E_1$  et du niveau  $E_2$  au niveau  $E_0$ .

**2°)** Déterminer les longueurs d'onde  $\lambda_{3,1}$  et  $\lambda_{2,0}$  des rayonnements émis ;

**3°)** Donner le schéma du dispositif permettant d'observer un spectre de raies d'émission.

## EXERCICE 6 ( Bac 2008 nouveau régime )

Le diagramme de la figure 1 est un diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de sodium, où  $E_0$  est l'état fondamental et  $E_1, E_2, E_3, E_4$  et  $E_5$  sont des états excités.

Dans une lampe à vapeur de sodium, les atomes sont excités par un faisceau d'électrons. Lors de leur retour à l'état fondamental, l'énergie qui a été absorbée est restituée sous forme de radiations lumineuses. L'analyse de la lumière émise par cette lampe révèle un spectre formé de raies colorées correspondant à des longueurs d'onde bien déterminées, comme le montre la figure 2.

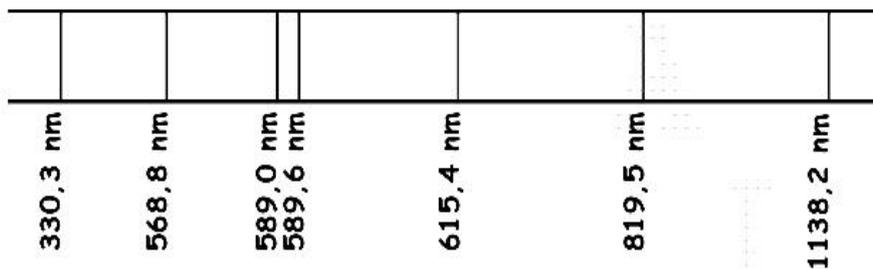


Figure -2-

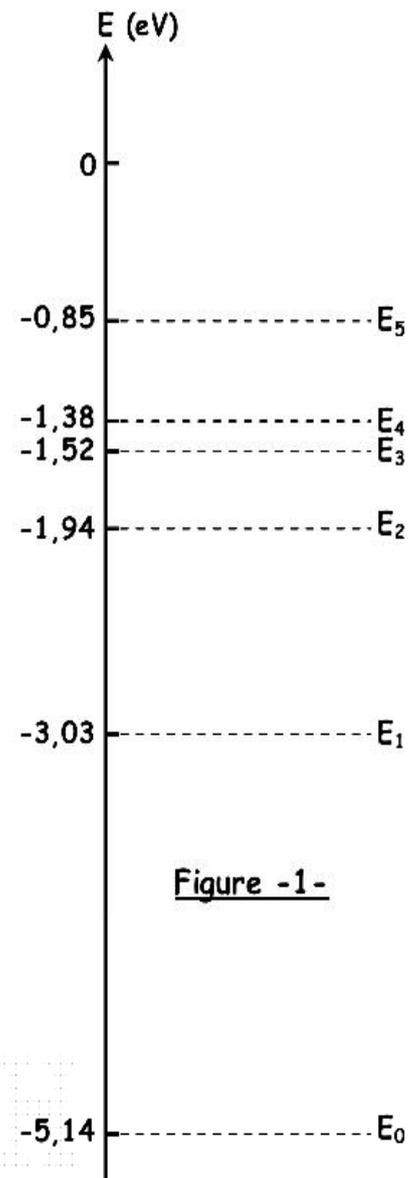


Figure -1-

- 1°) a) Indiquer si le spectre est un spectre d'émission ou bien un spectre d'absorption et s'il est continu ou bien discontinu.  
b) Préciser, en le justifiant, si le même spectre peut être obtenu avec l'analyse de la lumière émise par une lampe à vapeur de mercure.
- 2°) La raie la plus intense du spectre de la lampe de vapeur de sodium a pour longueur d'onde  $\lambda = 589,0 \text{ nm}$ .  
a) Calculer la fréquence  $\nu$  de cette raie ainsi que l'énergie correspondante en eV.  
b) Reproduire le diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de sodium et y indiquer par une flèche, la transition qui a donné cette raie sachant qu'elle correspond à un retour de l'état fondamental  $E_0$ . Justifier la réponse.
- 3°) Parmi les quantums d'énergie  $\Delta E = 3,62 \text{ eV}$  et  $\Delta E' = 4 \text{ eV}$ , préciser, en le justifiant, celui qui convient pour faire passer un atome de sodium de l'état fondamental à un état excité que l'on déterminera.
- 4°) Déterminer la valeur du quantum d'énergie qu'il faut fournir à l'atome de sodium pour le faire passer de l'état fondamental à l'état ionisé.

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

\* Célérité de la lumière :  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .

\* Charge électrique élémentaire :  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

\*  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ .

## EXERCICE 7 ( Contrôle 2009 nouveau régime )

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

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

- 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  $E_p$  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 :  
$$\lambda = \frac{0,365}{1 - \frac{4}{q^2}} \text{ en } \mu\text{m} \text{ , avec } q \text{ entier } \geq 3 \text{ .}$$
  
b) Sachant que toute radiation visible a une longueur d'onde  $\lambda$  telle que  $\lambda_{vi} \leq \lambda \leq \lambda_R$  où :  
 $\lambda_{vi} = 0,400 \mu\text{m}$  pour la radiation violette ,  
 $\lambda_R = 0,750 \mu\text{m}$  pour la radiation 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 longueur d'onde :  
 $\lambda_a = 0,657 \mu\text{m}$  ,  $\lambda_b = 0,486 \mu\text{m}$  ,  $\lambda_c = 0,434 \mu\text{m}$  ,  $\lambda_d = 0,410 \mu\text{m}$  .  
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 :  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  ;

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

## EXERCICE 8 ( Bac 2010 nouveau régime )

### ETUDE D'UN DOCUMENT SCIENTIFIQUE

#### La spectroscopie atomique

L'objet de la spectroscopie atomique consiste à analyser la lumière : soit par des atomes excités , c'est la spectroscopie d'émission ; soit absorbée par des atomes , c'est la spectroscopie d'absorption . Dans le premier cas , on communique de l'énergie aux atomes par des collisions électroniques ou par l'interaction avec un rayonnement . Les atomes excités reviennent à un état moins excité en émettant une radiation lumineuse .

Dans le second cas, on irradie la vapeur d'atomes avec une source lumineuse et on identifie les longueurs d'onde des radiations absorbées. La propriété essentielle de tout spectre atomique est que l'on y trouve un certain nombre de raies caractéristiques de chaque atome.

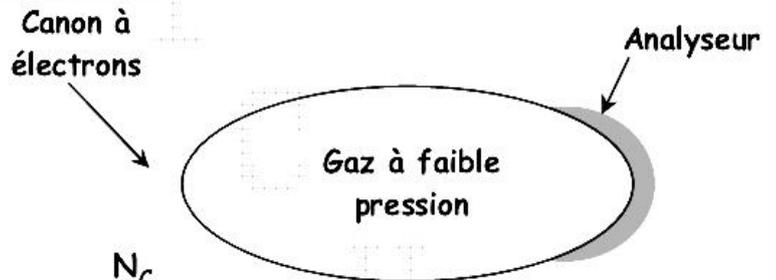
Parmi les applications de la spectroscopie atomique dans certains secteurs d'activité ou de recherche scientifique, on peut citer l'analyse de la lumière provenant du soleil ou des étoiles et la technique Lidar qui permet de contrôler la pollution à basse altitude...

*D'après quelques articles sur Internet*

- 1°) Donner les noms des types de spectroscopie indiqués dans le texte.
- 2°) Citer deux applications de la spectroscopie atomique.
- 3°) Décrire le principe d'obtention du spectre d'émission.
- 4°) Montrer que la source lumineuse dont l'auteur a fait allusion dans le texte (phrase soulignée) doit être une source lumineuse blanche.

### EXERCICE 9 (Contrôle 2010 nouveau régime)

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

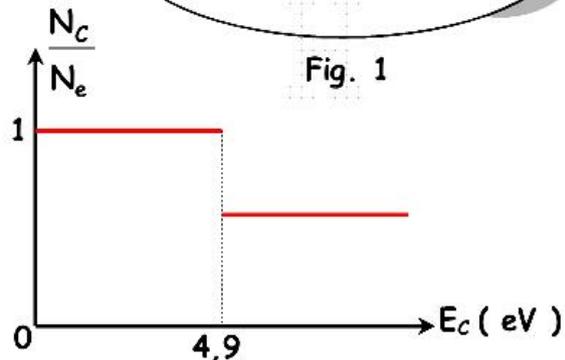


- 1°) Préciser le rôle des électrons émis par le canon à électrons et celui de l'analyseur dans cette expérience.

- 2°) Les résultats de l'étude expérimentale relative au mercure ont permis de tracer

la courbe  $\frac{N_c}{N_e}$  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  $N_e$  représente le nombre d'électrons par unité de temps émis par le canon à électrons.



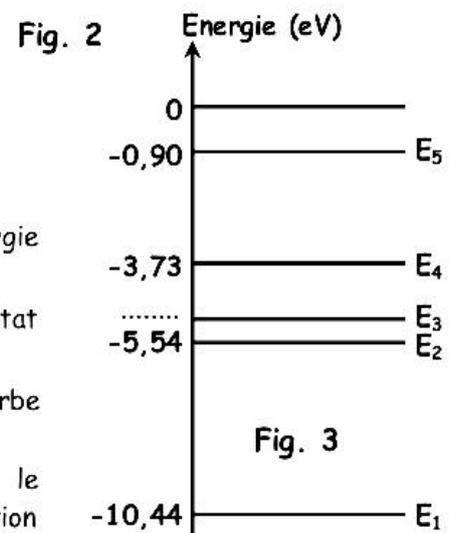
Montrer que cette courbe (Fig. 2) traduit la quantification de l'énergie de l'atome de mercure.

- 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.

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  $\lambda$  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  $\lambda$  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  $10,00 \text{ eV}$  et  $10,44 \text{ eV}$ .

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

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