

(Interaction Onde matière – Spectre atomique)

Math + Sc.

Exercice N° - 1 -

Le diagramme de la **figure – 1-** ci-dessous est un diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de sodium, ou 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.

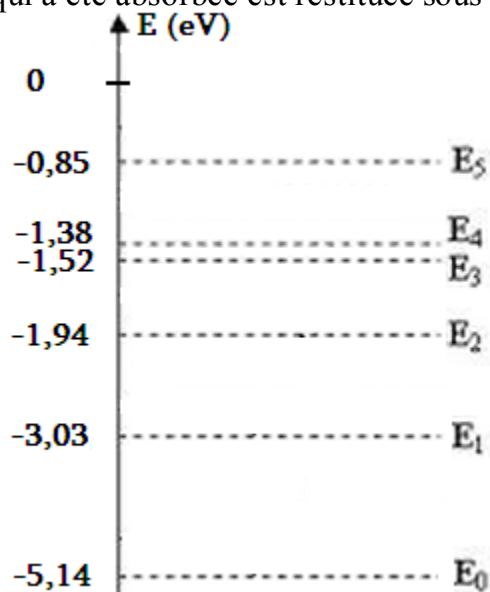


Figure - 1 -

L'analyse de la lumière émise par cette lampe révèle un spectre formé de raies colorées correspondant à des longueurs d'ondes bien déterminées, comme le montre la **figure – 2 -** :

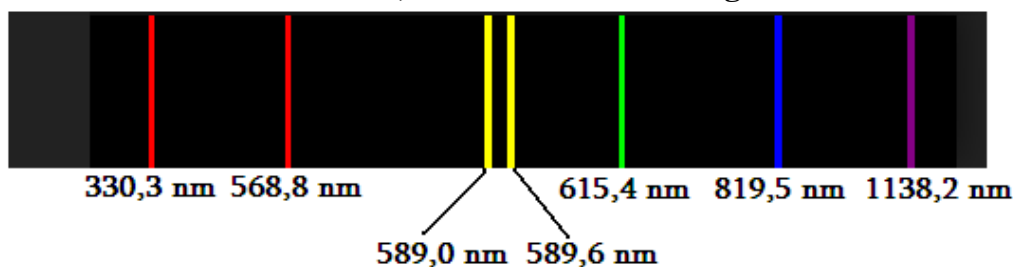


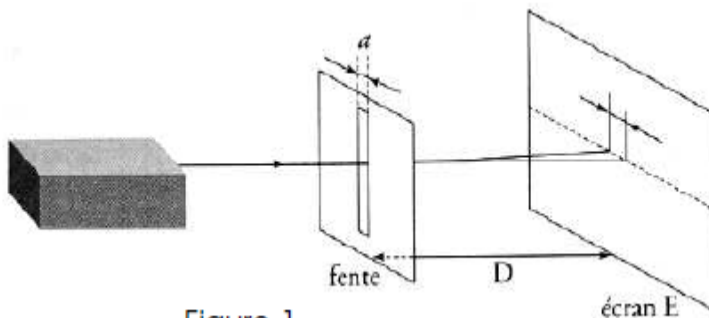
Figure - 2-

- 1)
 - a- Indiquer si le spectre obtenu est un spectre d'émission ou bien un spectre d'absorption. Justifier.
 - b- S'agit - t- il d'un spectre continu ou bien discontinu ? Justifier.
 - c- 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 à vapeur de sodium a pour longueur d'onde $\lambda = 589,0 \text{ nm}$.
 - a- Calculer la fréquence ν de cette raie ainsi que l'énergie correspondant 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 à l'état fondamental E_0 . Justifier la réponse.

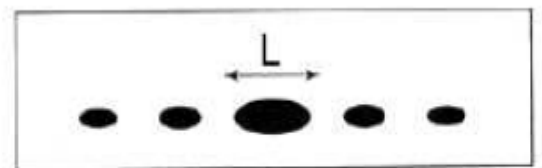
- c- Parmi les quanta d'énergie $\Delta E = 3,62 \text{ eV}$ et $\Delta E' = 4 \text{ eV}$ préciser, en le justifiant, celui qui convient pour faire passer un atome de sodium de l'état fondamental à un état excité que l'on déterminera.
- d- Déterminer la valeur du quantum d'énergie qu'il faut fournir à l'atome de sodium pour le faire passer de l'état fondamental à l'état ionisé.
- Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
 - Célérité de la lumière : $c = 3,108 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
 - Charge électrique élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 - $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$
 - $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Exercice N° - 2 -

Un Laser produisant une lumière de longueur d'onde λ éclaire une fente de largeur a . (Figure 1). Sur un écran (E) placé à une distance D de la fente, on observe une figure constituée de tâches lumineuses (Figure 2).



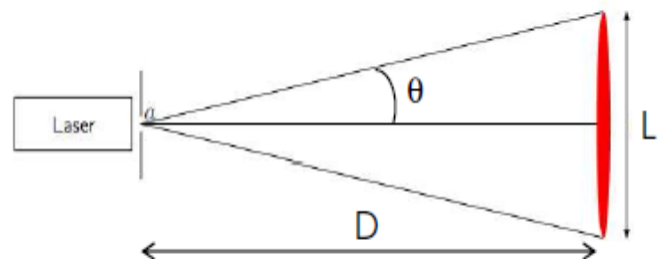
-Figure 1-



-Figure 2-

- 1°) a- Préciser le nom du phénomène observé.
 b- Quel est l'aspect de la lumière mis en évidence par cette expérience ?

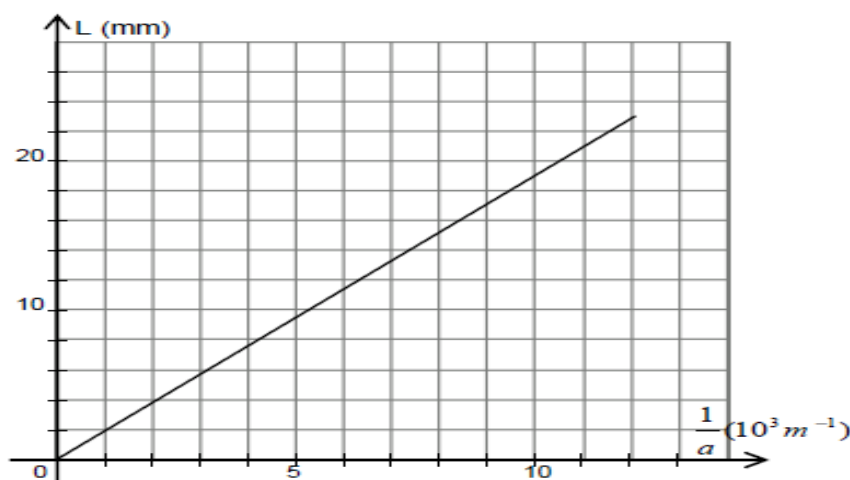
2°) L'angle θ de la figure 3, représente l'écart angulaire entre le centre de la tâche centrale et la première extinction.



-Figure 3-

- a- Donner la relation entre θ , λ et a .
 b- Montrer que l'expression de la largeur L de la tâche centrale est : $L = \frac{2\lambda \cdot D}{a}$.

3°) Pour une distance $D = 1,5 \text{ m}$, on fait varier la largeur a de la fente et on mesure la valeur de L correspondante. Les résultats de l'expérience ont permis de tracer la courbe $L = f\left(\frac{1}{a}\right)$ suivante :



Déterminer la longueur d'onde λ du Laser utilisé.

4°) La largeur de la fente est fixée à la valeur $a = 100 \mu\text{m}$, on déplace l'écran et on mesure à chaque fois la largeur L de la tache centrale correspondante. On obtient le tableau suivant :

D (en m)	1,7	1,5	1,2	1
L (mm)	21,5	19	15	12,5
$\frac{L}{D}$				

- Reproduire et compléter le tableau.
- Retrouver la valeur de la longueur d'onde λ du Laser.

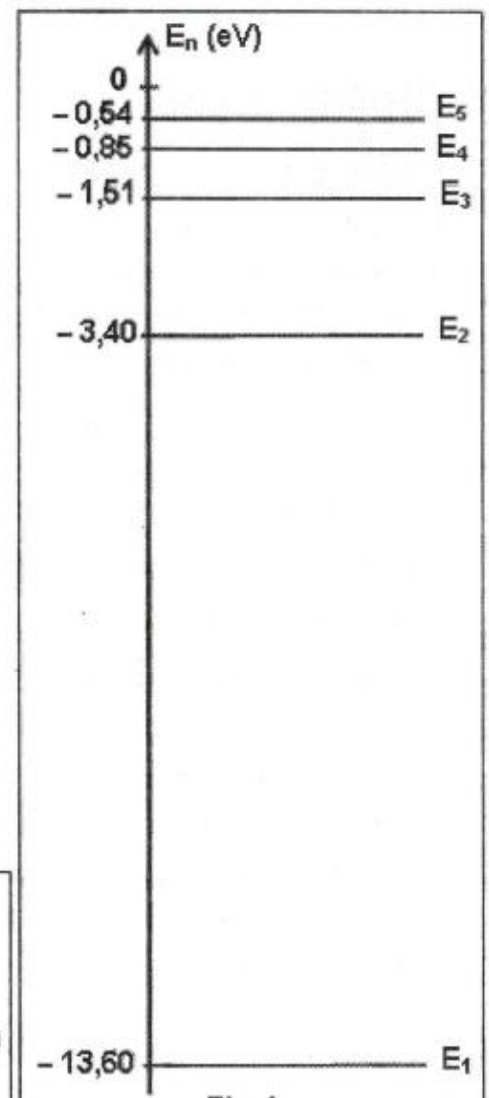
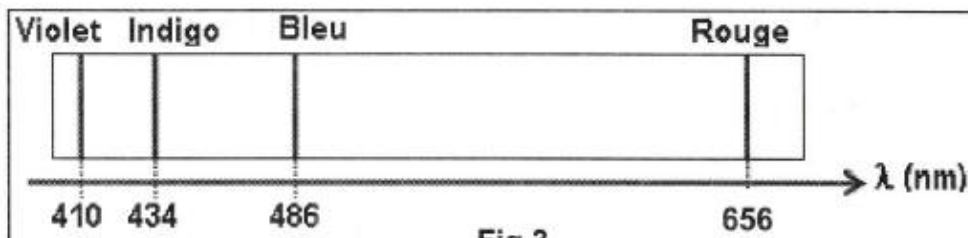
Exercice N° - 3 - (Bac Sciences expérimentales 2012 - Principale)

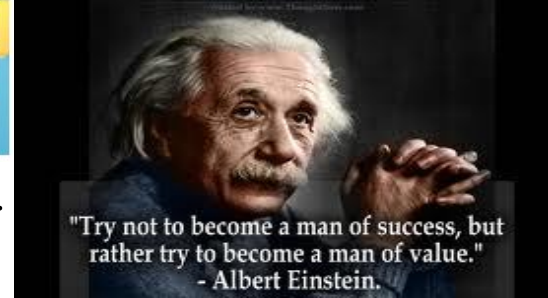
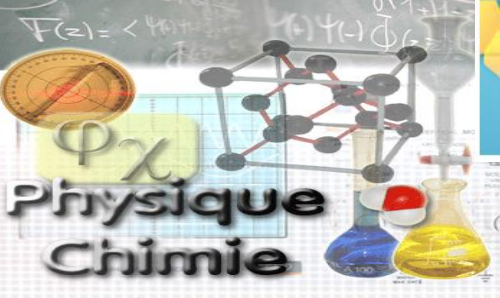
L'analyse du spectre de l'atome d'hydrogène (**Fig.3**) dont le diagramme des niveaux d'énergie est représenté dans la figure **Fig.4** révèle la présence de raies de longueurs d'onde λ bien déterminées.

- 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 :

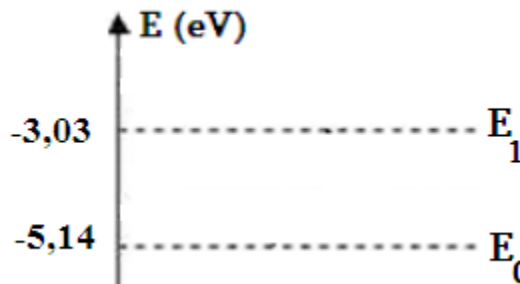
- Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$
- Célérité de la lumière : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$





Exercice N° - 1 -

- 1)
 a- Le spectre d'émission est discontinu.
 b- Non, puisque le spectre d'émission est une caractéristique de l'élément chimique.
- 2)
 a- La longueur d'onde de la raie est donnée par $\lambda = \frac{c}{\gamma}$ d'où sa fréquence est : $\gamma = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{589 \cdot 10^{-9}}$ soit $\gamma = 5,06 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. L'énergie correspondante est :
 $w = h \cdot \gamma = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 5,06 \cdot 10^{14} = 33,69 \cdot 10^{-20} \text{ J} = \frac{33,69 \cdot 10^{-20}}{1,6 \cdot 10^{-19}}$ soit $w = 2,11 \text{ eV}$
 b- $w = E_n - E_0 \rightarrow E_n = w + E_0 = -5,14 + 2,11 = -3,03 \text{ eV} = E_1$
 Donc il s'agit d'une transition du niveau d'énergie E_1 au niveau E_0 , ce qui se traduit sur le graphe.



- c- Le quantum qui convient est celui qui s'écrit sous la forme $E_n - E_0$ ou $n = 1, 2, 3, \dots$
- $\Delta E = 3,62 \text{ eV}$, $E = -1,52 \text{ eV}$ d'où $E = E_3$
 - $\Delta E = 4 \text{ eV}$, $E = -1,1 \text{ eV}$ d'où $E' \neq E_n$
 C'est seulement $\Delta E = 3,62 \text{ eV}$ qui convient.
 L'état excité est caractérisé par le niveau d'énergie E_3
- d- A l'état ionisé, l'énergie E_i de l'atome est nulle $\Delta E = E_i - E_0 = +5,14 \text{ eV}$

Exercice N° - 3 -

- 3)
 c- Le spectre de l'atome d'hydrogène est discontinu, car le nombre de raies est limité dont il y a le noir ce qui explique l'absence de la lumière.
 d- Il s'agit d'un spectre d'émission car il présente des raies colorées.
- 4) "Quantifié" veut dire que ça ne peut pas prendre toutes les valeurs, mais seulement un sous-ensemble dénombrable.
- 5)
 a- Comme $E_2 > E_5$ alors l'atome d'hydrogène perd de l'énergie.
 b- On a $\Delta E = E_5 - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{5,2}} \rightarrow \lambda_{5,2} = \frac{hc}{E_5 - E_2}$ soit $\lambda_{5,2} = 434 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 434 \text{ nm}$ donc elle correspond à la couleur indigo.
- 6) on a $\Delta E = E_n - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{n,2}} \rightarrow E_n - E_2 = -0,85 \text{ eV} \rightarrow n = 4$
- 7) L'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène correspond à E_n , autrement $n \rightarrow +\infty$
 $E_n - E_0 = 13,6 \text{ eV}$