

Exercice N°B

Énoncé

L'élément cuivre Cu, émet des radiations dont les principales longueurs d'onde sont :

$$\lambda_1 = 510,5 \text{ nm} \quad \lambda_2 = 515,5 \text{ nm} \quad \lambda_3 = 521,8 \text{ nm} \quad \lambda_4 = 570,0 \text{ nm}$$

1- Représenter le spectre obtenu par décomposition de la lumière obtenue à l'aide d'un prisme.

Vous prendrez comme échelle : origine du spectre à $L=0$ $\lambda = 500 \text{ nm}$ et 1 cm représente 5 nm.

2- Quelle est la nature du spectre ?

3- Reporter vous au spectre du visible et donner la couleur des raies correspondantes.

4- On place un fil de cuivre dans une flamme d'un brûleur à gaz. Elle se colore en vert. Justifier cette observation.

Correction

L'élément cuivre Cu, émet des radiations dont les principales longueurs d'onde sont :

$$\lambda_1 = 510,5 \text{ nm} \quad \lambda_2 = 515,5 \text{ nm} \quad \lambda_3 = 521,8 \text{ nm} \quad \lambda_4 = 570,0 \text{ nm}$$

D'après l'échelle : $d = 1 \text{ cm}$ pour $\lambda = 5 \text{ nm}$

$$D \text{ pour } \lambda = 500 \text{ nm} \text{ alors } D = \lambda \cdot 500 / 5 = 100 \text{ cm}$$

La longueur d'onde $\lambda = 500 \text{ nm}$ devrait se trouver à 100 cm de l'origine mais comme l'origine $L=0$ correspond à $\lambda = 500 \text{ nm}$ alors pour chaque calcul il faut retirer D afin de placer sur le spectre la raie.

Exemple : $\lambda_1 = 510,5 \text{ nm}$ est représentée à la distance $D = 1 \cdot 510,5 / 5 = 102,1 \text{ cm}$. Sur le spectre on placera cette raie à $L = 102,1 - 100 = 2,1 \text{ cm}$.

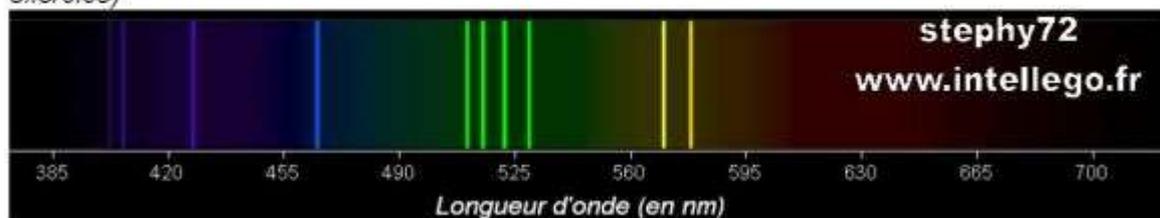
Exemple : $\lambda_2 = 515,5 \text{ nm}$ est représentée à la distance $D = 1 \cdot 515,5 / 5 = 103,1 \text{ cm}$. Sur le spectre on placera cette raie à $L = 103,1 - 100 = 3,1 \text{ cm}$.

Exemple : $\lambda_3 = 521,8 \text{ nm}$ est représentée à la distance $D = 1 \cdot 521,8 / 5 = 104,4 \text{ cm}$. Sur le spectre on placera cette raie à $L = 104,4 - 100 = 4,4 \text{ cm}$.

Exemple : $\lambda_4 = 570,0 \text{ nm}$ est représentée à la distance $D = 1 \cdot 570,0 / 5 = 114 \text{ cm}$. Sur le spectre on placera cette raie à $L = 114 - 100 = 14 \text{ cm}$.



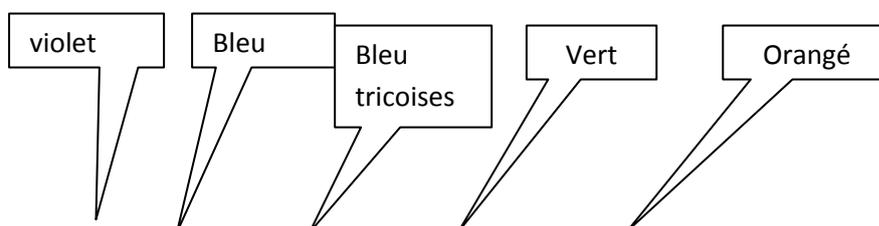
spectre en entier : (les longueurs d'onde inférieures à 500 nm n'ont pas été signalées dans cet exercice)

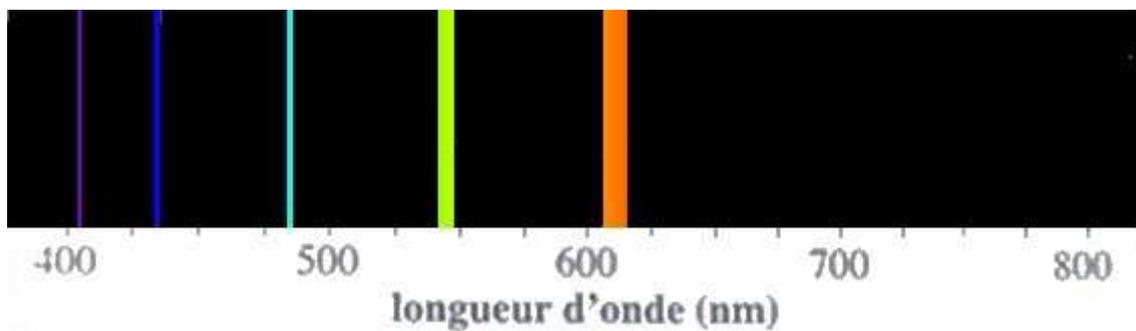


2-Spectre d'émission (spectre noir strié des raies colorées)

EXERCICE N°D

On appelle parfois néons, les tubes fluorescents utilisés dans les salles de classe. Ces tubes contiennent-ils du néon ? Pour le savoir, on a analysé avec un spectroscopie la lumière qu'ils émettent ; le spectre est le suivant :





1. De quel type est le spectre de la lumière émise par le « néon » ?
2. Quelle information donne-t-il sur la nature du contenu du tube ?
3. Quelle(s) entité(s) chimique(s) est (sont) présente(s) dans le tube ?
4. Comment devrait-on appeler ces tubes ?

Données : longueurs d'onde (en nm) des raies d'émission de différents gaz :

Néon	439	583	618	640	660
Argon	416	420	435	476	487
Krypton	466	474	476	557	587
Mercure	405	436	546	577	615

Correction

1. Type de spectre : on est en présence d'un spectre de raies d'émission (raies colorées sur fond noir)
2. Information : ce spectre est caractéristique du gaz présent dans le tube, Il permet de le mettre en évidence.
3. Entités chimiques présentes dans le tube :

Néon	439	583	618	640	660
Argon	416	420	435	476	487
Krypton	466	474	476	557	587
Mercure	405	436	546	577	615

- On peut en déduire que le tube contient du mercure et de l'argon.

4. Le nom « néon » est mal adapté. On est en présence d'un tube mercure-argon.

Exercice III. FUSION DEUTERIUM TRITIUM (4 points)

La fusion nucléaire, c'est le Diable et le Bon Dieu !

Le Bon Dieu dans les étoiles où elle fait naître tous les atomes, jusqu'à ceux de la vie. Mais le Diable sur Terre où elle fut utilisée à fabriquer des bombes qui pourraient tout anéantir, à commencer par la vie.

Mais alors que le diable de la destruction thermonucléaire semble rentrer dans sa boîte, la fusion nucléaire contrôlée dans les réacteurs civils ouvre des perspectives de développement économique durable à très long terme.

Paul-Henri Rebut,
L'énergie des étoiles - la fusion nucléaire contrôlée
Editions Odile Jacob 1999 (dos de couverture).

Notations utilisées:

- Particules ou noyaux A_ZX : ${}^1_1\text{H}$, ${}^3_2\text{He}$, ${}^4_2\text{He}$, ${}^0_{-1}\text{e}$, ${}^1_0\text{n}$, ${}^1_1\text{p}$.
- Masse de la particule ou du noyau A_ZX : $m({}^A_ZX)$.
- Energie de liaison du noyau A_ZX : $E_L({}^A_ZX)$.

1. Isotopie

1.a - Qu'appelle-t-on isotopes ?

1.b - Dans la littérature scientifique, on mentionne souvent :

- le deutérium D dont le noyau contient 1 proton et 1 neutron ;
- le tritium T dont le noyau contient 1 proton et 2 neutrons.

Comment doit-on noter (dans la notation A_ZX) les noyaux D et T ? A quel élément chimique appartiennent-ils ?

2 Radioactivité

2.a - Qu'est-ce qu'un noyau radioactif ?

2.b - Le tritium T est radioactif β^- . Ecrire l'équation de la désintégration de T (en utilisant la notation A_ZX).

2.c - Le tritium T a une demie-vie $t_{1/2} = 12$ ans. Que signifie cette affirmation ?

3 Fusion de noyaux

3.a - Qu'appelle-t-on réaction nucléaire de fusion ?

3.b - En utilisant la notation A_ZX , écrire l'équation nucléaire de la fusion DT, c'est-à-dire de la fusion entre un noyau de deutérium et un noyau de tritium, au cours de laquelle se forme un noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$.

Exprimer l'énergie ΔE qui peut être libérée par cette réaction en fonction des énergies de masse $E_m({}^A_ZX)$ des particules (ou des noyaux) qui interviennent.

3.c - Exprimer la masse $m({}^A_ZX)$ du noyau A_ZX en fonction de m_p , m_n , Z , A et de l'énergie de liaison $E_L({}^A_ZX)$.

Pour la réaction de fusion envisagée, en déduire l'expression de ΔE en fonction des énergies de liaison.

3.d - On donne les valeurs des énergies de liaison des noyaux suivants :

- $E_L(\text{D}) = 2,224 \text{ MeV}$;
- $E_L(\text{T}) = 8,481 \text{ MeV}$;
- $E_L({}^4_2\text{He}) = 28,29 \text{ MeV}$.

Calculer numériquement la valeur de ΔE .

4 Conditions de la fusion DT

La fusion n'a lieu que si les deux noyaux sont en contact.

4.a - Les noyaux D et T se repoussent. Pourquoi ?

4.b - Pour que la fusion ait lieu, il faut que les noyaux D et T entrent en contact. Celui-ci n'est possible que si l'agitation thermique, c'est-à-dire l'énergie cinétique E_C des noyaux, est suffisamment importante :

$$E_C > 0,35 \text{ MeV}$$

Quantitativement, la température absolue T (en kelvins) des noyaux est proportionnelle à leur énergie cinétique: on admet qu'à une énergie cinétique de 1 eV correspond une température de 7700 K.

Quelle doit être la température minimale des noyaux pour que la fusion ait lieu ?

4.c - La température interne du Soleil n'est que de $15 \times 10^6 \text{ K}$.

Quelle conclusion vous inspire la comparaison de ces deux températures ?

Correction

1. Isotopie

1.a - (0,3) Deux noyaux sont isotopes s'ils possèdent le même nombre de protons mais un nombre différent de neutrons.

1.b - (0,2) Le deutérium D, dont le noyau contient 1 proton et 1 neutron ; soit $Z = 1$ et $A = 2$, est noté ${}^2_1\text{D}$.

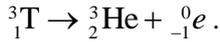
(0,2) Le tritium T, dont le noyau contient 1 proton et 2 neutrons ; soit $Z = 1$ et $A = 3$, est noté ${}^3_1\text{T}$

(0,2) Ces noyaux possèdent un seul proton, ils appartiennent à l'élément **hydrogène**. On peut aussi les noter ${}^2_1\text{H}$ et ${}^3_1\text{H}$.

2 Radioactivité

2.a - (0,2) Un noyau radioactif est un noyau instable qui se désintègre spontanément.

2.b - (0,25) Le tritium T est radioactif β^- , sa désintégration s'accompagne de la libération d'un électron.



2.c - (0,2) La demie-vie est la durée au bout de laquelle la moitié de la quantité initiale de noyaux radioactifs présents dans un échantillon s'est désintégrée. Au bout de 12 ans, la moitié des noyaux de tritium initialement présents a disparu.

3. Fusion de noyaux

3.a - (0,2) La fusion est la réunion de deux petits noyaux en un seul avec éventuellement émission de particules (neutron, proton, ...). Elle concerne essentiellement les noyaux légers.



(0,5) $\Delta E = [m({}^1_0\text{n}) + m({}^4_2\text{He}) - m({}^2_1\text{D}) - m({}^3_1\text{T})].c^2$

alors $\Delta E < 0$ en considérant le système {DT} qui cède de l'énergie.

3.c. Exprimons la masse $m({}^A_Z\text{X})$ du noyau ${}^A_Z\text{X}$ en fonction de m_p , m_n , Z , A et de l'énergie de liaison $E_L({}^A_Z\text{X})$:

$E_L({}^A_Z\text{X}) = \Delta m.c^2$ où Δm représente le défaut de masse (> 0 par définition)

$E_L({}^A_Z\text{X}) = [Z.m_p + (A - Z).m_n - m({}^A_Z\text{X})].c^2$

Soit $[Z.m_p + (A - Z).m_n - m({}^A_Z\text{X})] = \frac{E_L({}^A_Z\text{X})}{c^2}$

(0,2) $m({}^A_Z\text{X}) = Z.m_p + (A - Z).m_n - \frac{E_L({}^A_Z\text{X})}{c^2}$

Expression de ΔE en fonction des énergies de liaison.

D'après le 3.b. $\Delta E = [m({}^1_0\text{n}) + m({}^4_2\text{He}) - m({}^2_1\text{D}) - m({}^3_1\text{T})].c^2$

avec $m({}^2_1\text{D}) = m_p + m_n - \frac{E_L({}^2_1\text{D})}{c^2}$,

$m({}^3_1\text{T}) = m_p + 2m_n - \frac{E_L({}^3_1\text{T})}{c^2}$

$m({}^4_2\text{He}) = 2m_p + 2m_n - \frac{E_L({}^4_2\text{He})}{c^2}$

il vient en remplaçant dans l'expression du 3.b.

$\Delta E = [m_n + 2m_p + 2m_n - \frac{E_L({}^4_2\text{He})}{c^2} - (m_p + m_n - \frac{E_L({}^2_1\text{D})}{c^2}) - (m_p + 2m_n - \frac{E_L({}^3_1\text{T})}{c^2})].c^2$

$\Delta E = [m_n + 2m_p + 2m_n - m_p - m_n - m_p - 2m_n - \frac{E_L({}^4_2\text{He})}{c^2} + \frac{E_L({}^2_1\text{D})}{c^2} + \frac{E_L({}^3_1\text{T})}{c^2}].c^2$

$\Delta E = [-\frac{E_L({}^4_2\text{He})}{c^2} + \frac{E_L({}^2_1\text{D})}{c^2} + \frac{E_L({}^3_1\text{T})}{c^2}].c^2$

(0,5) $\Delta E = -E_L({}^4_2\text{He}) + E_L({}^2_1\text{D}) + E_L({}^3_1\text{T})$

3.d. $\Delta E = -E_L({}^4_2\text{He}) + E_L({}^2_1\text{D}) + E_L({}^3_1\text{T})$

$\Delta E = -28,29 + 2,224 + 8,481$

(0,2) $\Delta E = -17,59 \text{ MeV}$ $\Delta E < 0$ le système {DT} cède de l'énergie au milieu extérieur

4 Conditions de la fusion DT

4.a. (0,2) Les noyaux D et T se repoussent car ils sont tous les deux chargés positivement et sont en interaction électrique répulsive (répulsion coulombienne).

4.b. La température absolue T (en kelvins) des noyaux est proportionnelle à leur énergie cinétique, donc $T = k \cdot E_C$

$E_{C1} = 1 \text{ eV}$ correspond à $T_1 = 7700 \text{ K}$

$E_{C2} = 0,35 \text{ MeV} = 0,35 \cdot 10^6 \text{ eV}$ pour une température T_2

$$k = \frac{T_1}{E_{C1}} = \frac{T_2}{E_{C2}}$$

$$\text{soit } T_2 = \frac{E_{C2}}{E_{C1}} \cdot T_1$$

(0,2) $T_2 = \frac{0,35 \cdot 10^6}{1} \times 7700 = 2,7 \times 10^9 \text{ K}$ température minimale pour que la fusion DT ait lieu.

4.c - (0,25) La température interne du Soleil n'est que de $15 \times 10^6 \text{ K}$, soit 180 fois plus faible.

On peut penser que dans le Soleil, la fusion DT n'a pas lieu. Le Soleil est le siège d'autres réactions de fusion qui nécessitent moins d'énergie pour avoir lieu.