

Chimie : Les piles

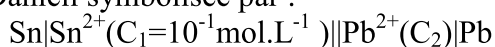
Physique : Interaction onde -matière
Les spectres atomiques et niveaux d'énergie
Stabilité du noyau. Réactions et énergie nucléaires

- Le sujet comporte 4 pages -

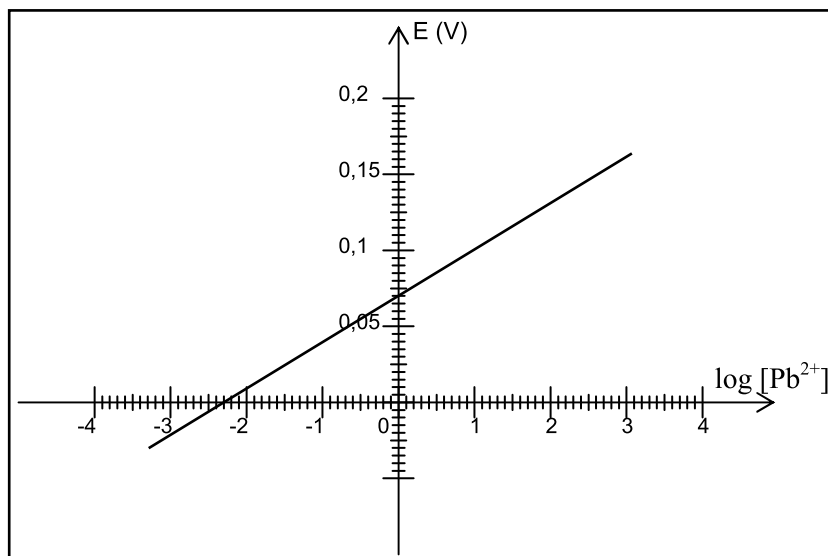
Chimie
(7 points)

Exercice n°1 (4,5 points)

On se propose d'étudier une pile du type Daniell symbolisée par :



On fait varier C_2 et on mesure à chaque fois la f.e.m E de la pile. Le graphique ci-contre représente les variations de E en fonction de $\log[\text{Pb}^{2+}]$.



1°) a- Ecrire l'équation chimique associée à cette pile.

b- Définir la force électromotrice normale E^0 d'une pile.

2°) a- Ecrire, pour cette pile, la loi de la variation de la f.e.m E en fonction des concentrations.

b- En déduire l'expression de E en fonction de sa force électromotrice normale E^0 , la concentration C_1 et la concentration $[\text{Pb}^{2+}]$.

3°) L'expression de E est de la forme : $E = b + a.\log[\text{Pb}^{2+}]$.

a- Déterminer graphiquement a et b .

b- En identifiant cette expression de E à celle établie à la question 2°) b-, montrer que la f.e.m normale E^0 de la pile est : $E^0 = 0,04 \text{ V}$

c- Comparer les pouvoirs réducteurs des deux couples redox mis en jeu.

d- Déterminer la constante d'équilibre K de la réaction associée à la pile.

4°) Déterminer la valeur de $[\text{Pb}^{2+}]$ pour que la f.e.m initiale de la pile soit nulle.

Exercice n°2 (2,5 points)

On réalise, à 25 °C, la pile P symbolisée par :



La f.e.m normale de cette pile est $E^0 = - 0,26 \text{ V}$.

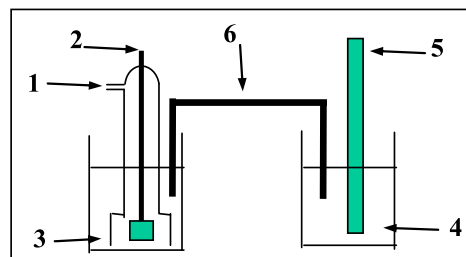
1°) Donner les noms des éléments numérotés sur le schéma de la pile.

2°) Lorsque la pile P débite un courant dans un circuit extérieur :

a- Préciser le sens du courant dans le circuit extérieur ;

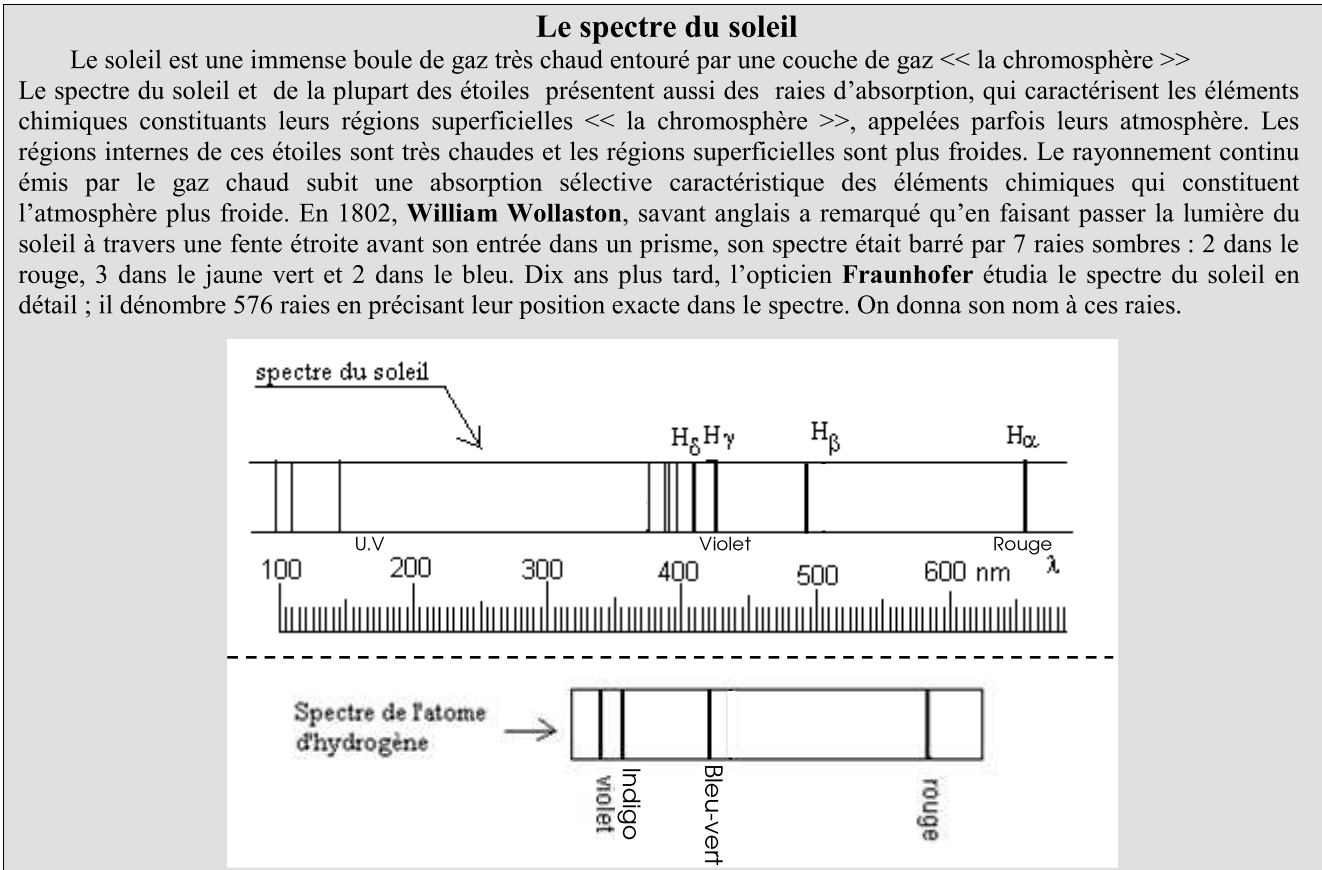
b- Ecrire, en le justifiant, l'équation de la réaction spontanée.

3°) Préciser le rôle du pont salin.



Exercice n°1 (3 points)

Document scientifique :

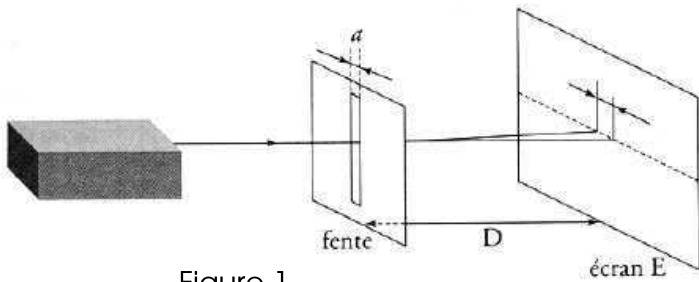


- 1°) a- Le spectre du soleil est-il celui de la boule de gaz interne ou de l'atmosphère du soleil ?
 Recopier la phrase du texte qui justifie la réponse.
- b- Le spectre du soleil représenté sur la figure est – il celui observé par William Wollaston ?
 Est-il d'absorption ou d'émission ? Est-il continu ou discontinu ?
- c- Quel est le rôle du prisme utilisé par « William Wollaston » ?
- 2°) a- le spectre de l'atome d'hydrogène est-il d'absorption ou d'émission ?
- b- En examinant les spectres du soleil et le spectre de l'atome d'hydrogène, le soleil contient-il l'élément hydrogène ?
- 3°) a- Déterminer, en utilisant le document, la longueur d'onde de la raie H_δ.
- b- Calculer, en électronvolts (eV), la valeur de l'énergie W du rayonnement correspondant à cette raie.

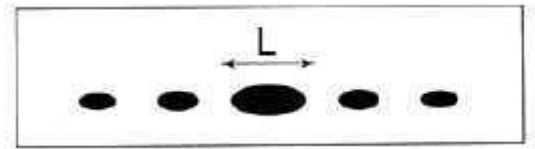
On donne : $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; la constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; la célérité de la lumière $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

Exercice n°2 (3 points)

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.

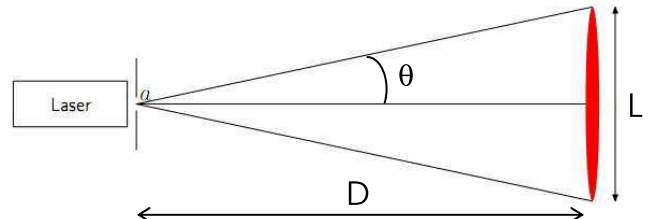
b- Quel est l'aspect de la lumière mis en évidence par cette expérience ?

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

a- Donner la relation entre θ , λ et a .

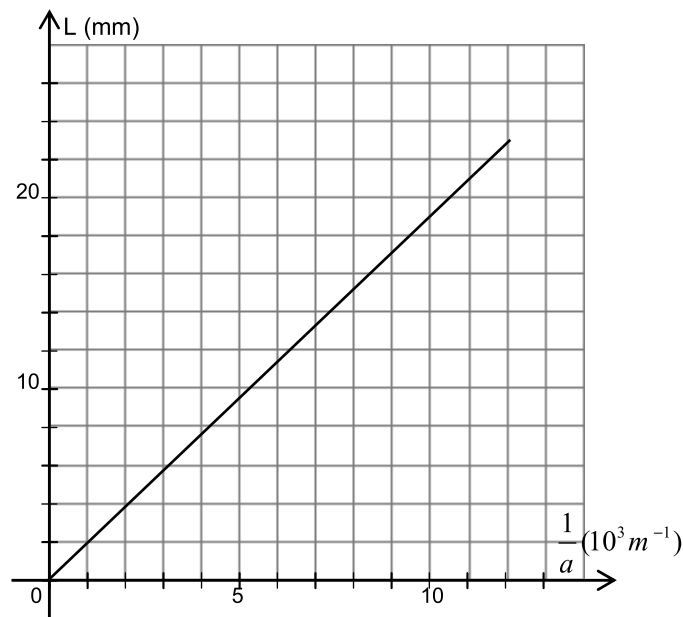
b- Montrer que l'expression de la largeur L de la

tâche centrale est :
$$L = \frac{2 \cdot \lambda \cdot D}{a}$$



-Figure 3-

3°) Pour une distance $D = 1,5$ 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 tâche 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
$\frac{L}{D}$				

a- Reproduire et compléter le tableau.

b- Retrouver la valeur de la longueur d'onde λ du Laser.

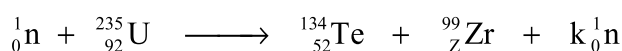
Exercice n°3 (7 points)

On donne :

Unité de masse atomique :	$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2}$
Electronvolt :	$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
Vitesse de la lumière dans le vide :	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Nombre d'Avogadro :	$N = 6,023 \cdot 10^{23}$
La constante de Planck :	$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
	$1 \text{ an} = 365,25 \text{ jours}$

Nom du noyau ou de la particule	Uranium	Iode	Tellure	Zirconium	proton	Neutron
Symbole	${}^{235}_{92}\text{U}$	${}^{134}_{53}\text{I}$	${}^{134}_{52}\text{Te}$	${}^{99}_{36}\text{Zr}$	${}^1_1\text{p}$	${}^1_0\text{n}$
Masse (en u)	234,9935	133,8808	133,8830	98,8946	1,0073	1,0087

A- Dans un réacteur nucléaire, le noyau d'uranium ${}^{235}_{92}\text{U}$ peut réagir avec un neutron suivant la réaction :



- 1°) a- Donner le nom de cette réaction. Est-elle provoquée ou spontanée ?
b- Expliquer pourquoi cette réaction, est dite réaction en chaîne.
- 2°) Déterminer, en précisant les lois utilisées, les nombres Z et k.
- 3°) a- Déterminer en Mev, l'énergie W_1 libérée par la transformation d'un noyau d'uranium 235.
b- En déduire l'énergie W_2 libérée par la transformation d'une mole de noyaux d'uranium 235.

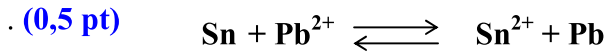
B- Le noyau de tellure (${}^{134}_{52}\text{Te}$) est radioactif β^- , sa période radioactive est $T = 3,5$ ans.

- 1°) Ecrire l'équation de cette désintégration et identifier le noyau fils formé.
- 2°) Expliquer l'origine de la particule β^- .
- 3°) L'énergie libérée par cette désintégration est : $E = 1,54 \text{ MeV}$.
 - a- Sous quelles formes est-elle libérée ?
 - b- Expliquer l'origine du rayonnement γ qui accompagne cette désintégration.
 - c- Déterminer la fréquence ν du rayonnement γ sachant que l'énergie W du photon émis représente 2% de l'énergie libérée.
- 4°) a- Définir l'énergie de liaison d'un noyau atomique.
b- Déterminer en Mev, l'énergie de liaison du noyau ${}^{134}_{52}\text{Te}$.
c- Peut-on s'appuyer, dans ce cas particulier, sur les énergies de liaison pour comparer les stabilités des noyaux père et fils ? Justifier.
d- Comparer la stabilité de ces deux noyaux.
- 5°) On considère un échantillon de Tellure (${}^{134}_{52}\text{Te}$) de masse $m_0 = 1 \text{ g}$ à une date $t = 0$.
 - a- Définir l'activité d'une source radioactive et préciser son unité dans le système international des unités.
 - b- Etablir la loi de la variation de l'activité en fonction du temps.
 - c- Déterminer l'activité du Tellure à une date $t = 14$ ans.



Correction du devoir de synthèse N° 3 08-09ChimieExercice N°1 (4,5 points)

1°) a- Ecrivons l'équation chimique associée à cette pile.



b- Définissons la force électromotrice normale E^0 d'une pile.

La f.e.m normale d'une pile notée E^0 est égale au potentiel normal du couple de droite moins celui du couple de gauche. (0,25 pt)

2°) a- Ecrivons, pour cette pile, la loi de la variation de la f.e.m E en fonction des concentrations.

$E = E^0 - \frac{0,06}{2} \log \pi$ avec $\pi = \frac{[\text{Sn}^{2+}]}{[\text{Pb}^{2+}]}$ (0,25 pt)

b- Déduisons l'expression de E en fonction de sa force électromotrice normale E^0 , la concentration C_1 et la concentration $[\text{Pb}^{2+}]$.

$E = E^0 - 0,03 \log \frac{C_1}{[\text{Pb}^{2+}]}$ (0,25 pt)

3°) L'expression de E est de la forme : $E = b + a \cdot \log[\text{Pb}^{2+}]$.

a- Déterminons graphiquement a et b .

La pente $a = \frac{\Delta E}{\Delta \log[\text{Pb}^{2+}]} = \frac{+0,07}{2,3} \approx 0,03 \text{ V}$ (0,5 pt)

$E(0) = b = 0,07 \text{ V}$ d'où $E = 0,07 + 0,03 \log[\text{Pb}^{2+}]$ (0,25 pt)

b- Montrons que la f.e.m normale E^0 de la pile est : $E^0 = 0,04 \text{ V}$

D'après 2°) b- $E = E^0 - 0,03 \log \frac{C_1}{[\text{Pb}^{2+}]} = E^0 - 0,03 \log C_1 + 0,03 \log[\text{Pb}^{2+}]$ Par identification avec 3°) a-

$E^0 - 0,03 \log C_1 = 0,07$ d'où $E^0 = 0,07 + 0,03 \log 10^{-1} = 0,04 \text{ V}$. (0,75 pt)

c- Comparons les pouvoirs réducteurs des deux couples redox mis en jeu.

$E^0 = E^0_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} - E^0_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}} = 0,04 \text{ V} \Leftrightarrow E^0_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} > E^0_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}$ alors le couple Sn^{2+}/Sn a un pouvoir réducteur plus grand important que celui de Pb^{2+}/Pb . (0,5 pt)

d- Déterminons la constante d'équilibre K de la réaction associée à la pile.

$K = 10^{\frac{E^0}{0,03}} = 21,54$ (0,5 pt)

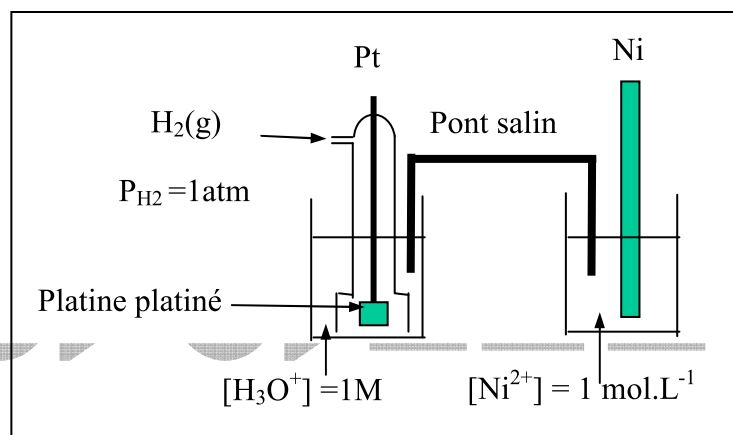
4°) Déterminons la valeur de $[\text{Pb}^{2+}]$ pour que la f.e.m initiale de la pile soit nulle.

D'après la courbe, $E = 0 \text{ V}$ pour $\log[\text{Pb}^{2+}] = -2,3 \Leftrightarrow [\text{Pb}^{2+}] = 10^{-2,3} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ (0,75 pt)

Exercice N°2 (2,5 points)

1°) Donnons les noms des éléments numérotés sur le schéma de la pile.

· (1 pt)



2°) Lorsque la pile P débite un courant dans un circuit extérieur :

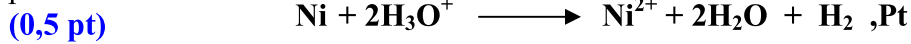
a- Précisons le sens du courant dans le circuit extérieur ;

$C_1 = C_2$ alors $E_i = V_{bD} - V_{bG} = E^\circ = -0,26 \text{ V} < 0$ donc $V_{bD} < V_{bG}$ d'où :

La lame de Ni est le pôle négatif de la pile et La tige de Pt est le pôle positif de la pile. **(0,5 pt)**

b- Ecrivons, en le justifiant, l'équation de la réaction spontanée.

D'après ce qui précède $E_i < 0$ donc la réaction spontanée est le sens inverse de la réaction associée à la pile.



4°) Préciser le rôle du pont salin.

Le pont salin ferme le circuit et assure la neutralité électrique des deux solutions. **(0,5 pt)**

Physique

Exercice N°1 (3 points)

1°) a- Le spectre du soleil est-il celui de l'atmosphère du soleil. Cela est expliqué par la phrase suivante : Le rayonnement continu émis par le gaz chaud subit une absorption sélective caractéristique des éléments chimiques qui constituent l'atmosphère plus froide.

(0,5 pt)

b-

• Le spectre du soleil représenté sur la figure représente une partie de celui observé par Fraunhofer Puisqu'il est barré par plus que sept raies. **(0,25 pt)**

• C'est un spectre d'émission puisqu'il est barré par des raies noires. Il est donc discontinu. **(0,25 pt)**

c- Le prisme disperse la lumière. **(0,25 pt)**

3°) a- le spectre de l'atome d'hydrogène est un spectre d'émission puisqu'il est formé de raies colorées.

(0,5 pt)

b- Le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène coïncide avec une partie du spectre d'absorption de l'atmosphère du soleil alors celui contient de l'hydrogène. **(0,5 pt)**

3°) a- Déterminer, en utilisant le document, la longueur d'onde de la raie H_δ .

D'après le document $\lambda_\delta = 410 \text{ nm}$. **(0,25 pt)**

b- Calculons, en électronvolts (eV), la valeur de l'énergie W du rayonnement correspondant à cette raie.

$$w = h\nu_\delta = \frac{hc}{\lambda_\delta} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,41 \cdot 10^{-6}} \approx 3 \text{ eV} \quad \text{(0,5 pt)}$$

Exercice n°2 (3 points)

1°) a- Précisons le nom du phénomène observé.

Le phénomène observé est un phénomène de diffraction de la lumière. **(0,25 pt)**

b- L'aspect de la lumière mis en évidence par cette expérience est l'aspect ondulatoire de la lumière.

(0,25 pt)

2°) a- Donnons la relation entre θ , λ et a .

$$\theta = \frac{\lambda}{a} \quad \text{(0,25 pt)}$$

b- Montrons que l'expression de la largeur L de la tâche centrale est : $L = \frac{2\lambda \cdot D}{a}$.

D'après la figure (3) $\text{tg}\theta = \frac{L}{2D} \approx \theta$ (rad) car θ est faible d'une part d'autre part d'après 2°) a- $\theta = \frac{\lambda}{a}$

Donc on peut écrire $\frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a}$ d'où $L = \frac{2\lambda D}{a}$ **(0,5 pt)**

3°) Déterminons la longueur d'onde λ du Laser utilisé.

D'après la courbe la largeur de la tache centrale L est de la forme $L = p \cdot \left(\frac{1}{a}\right)$ avec p est la pente de la

droite $p = 1,89 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$. Par identification avec 2°) b- $p = 2\lambda D$ d'où $\lambda = 0,63 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ **(1 pt)**

4°) a- Compléter le tableau.

D (en m)	1,7	1,5	1,2	1
L (mm)	21,5	19	15	12,5
$\frac{L}{D}(10^{-2})$	1,26	1,26	1,26	1,26

(0,25 pt)

b- Retrouvons la valeur de la longueur d'onde λ du Laser.

D'après 2°) a- $\frac{L}{D} = \frac{2\lambda}{a} = 1,255 \cdot 10^{-2}$ d'où $\lambda = \frac{1,255 \cdot 10^{-2} \cdot a}{2} = 0,627 \cdot 10^{-6} \approx 0,63 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

(0,5 pt)

Exercice N°3 (7 points)

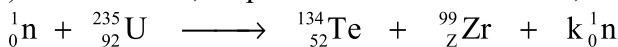
A-

1°) a- C'est une réaction de fission provoquée par le bombardement d'un neutron lent. **(0,25 pt)**

b- Expliquons pourquoi cette réaction, est dite réaction en chaîne.

Les neutrons formés par cette réaction peuvent provoquer d'autres fissions alors cette réaction est dite réaction en chaîne. **(0,25 pt)**

2°) Déterminons, en précisant les lois utilisées, les nombres Z et k.



D'après la loi de conservation du nombre de masse : $k = 236 - (134 + 99) = 3$

D'après la loi de conservation du nombre de charge : $Z = 92 - 52 = 40$ **(0,5 pt)**

3°) a- Déterminons en MeV, l'énergie W_1 libérée par la transformation d'un noyau d'uranium 235. L'énergie W_1 libérée par la transformation d'un noyau d'uranium 235 est donnée par la relation :

$$W_1 = |\Delta m| \cdot c^2 = (m_n + m_U - (m_{\text{Te}} + m_{\text{Zr}} + 3m_n)) \cdot c^2 = (m_U - (m_{\text{Te}} + m_{\text{Zr}} + 2m_n)) \cdot c^2$$

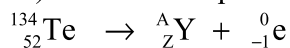
AN : $W_1 = (234,9935 - (133,883 + 98,8946 + 2 \cdot 1,0087)) \cdot 931,5 = 184,9 \text{ MeV}$. **(0,75 pt)**

b- Déduisons l'énergie W_2 libérée par la transformation d'une mole de noyaux d'uranium 235.

$W_2 = N \cdot W_1 = 1,11 \cdot 10^{26} \text{ MeV}$. **(0,25 pt)**

B-

1°) Ecrivons l'équation de cette désintégration et identifions le noyau fils formé.



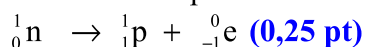
D'après la loi de conservation du nombre de masse : $A = 134$

D'après la loi de conservation du nombre de charge : $Z = 53$

Le ${}_Z^A\text{Y}$ et le ${}_{53}^{134}\text{I}$ **(0,5 pt)**

2°) Expliquons l'origine de la particule β^- .

La radioactivité β^- émise au cours de cette transformation est le résultat d'une transformation d'un neutron en un proton et un électron selon l'équation suivante :



3°) a- L'énergie libérée au cours de cette réaction est sous forme d'énergie cinétique, d'énergie thermique et d'énergie rayonnante. **(0,25 pt)**

b- Expliquons l'origine du rayonnement γ qui accompagne cette désintégration.

Le noyau fils est produit par cette réaction à l'état excité, pour revenir à son état fondamental, il émet un rayonnement γ . **(0,25 pt)**

c- Déterminons la fréquence ν du rayonnement γ sachant que l'énergie W du photon émis représente 2% de l'énergie libérée.

$$w_{\text{ph}} = h \cdot \nu = 0,02 \cdot E \Leftrightarrow \nu = \frac{0,02 \cdot 1,54 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}}{6,62 \cdot 10^{-34}} = 7,44 \cdot 10^{18} \text{ Hz } \quad \mathbf{(0,5 \text{ pt})}$$

4° a- L'énergie de liaison d'un noyau atomique est l'énergie minimale qu'il faut fournir au noyau libre et au repos pour séparer ses nucléons.. **(0,5 pt)**

b- Déterminons en Mev, l'énergie de liaison du noyau $^{134}_{52}\text{Te}$.

$$E_l(\text{Te}) = (Zm_p + (A-Z)m_n - m_{\text{Te}}) \cdot c^2 \quad ; \quad \text{AN : } E_l(\text{Te}) = (52 \cdot 1,0073 + 82 \cdot 1,0087 - 133,8830) \cdot 931,5$$

$$E_l(\text{Te}) = 1127,1 \text{ MeV. } \quad \mathbf{(0,75 \text{ pt})}$$

c- On peut s'appuyer, dans ce cas particulier, sur les énergies de liaison pour comparer les stabilités des noyaux père et fils car ces deux noyaux ont le même nombre de masse. **(0,5 pt)**

d- Comparons la stabilité de ces deux noyaux. **(0,25 pt)**

Le noyau fils est toujours plus stable que le noyau père.

5° a- Définissons l'activité

L'activité d'une source radioactive est le nombre de désintégration par seconde. **(0,25 pt)**

b- Etablissons la loi de la variation de l'activité en fonction du temps.

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t} = A_0 \cdot e^{-\lambda t} = \lambda \cdot N \quad \mathbf{(0,5 \text{ pt})}$$

c- Déterminons l'activité du Tellure à une date $t = 14$ ans.

$$A = \lambda N_0 e^{\frac{\ln 2}{T} \cdot t} = \frac{\ln 2}{T} \frac{m}{m_n} e^{\frac{\ln 2}{T} \cdot t} \quad \text{AN : } A = \frac{0,69}{3,5 \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 3600} \frac{10^{-3}}{133,883 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} e^{\frac{\ln 2}{3,5} \cdot 13} \approx 3,69 \cdot 10^{14} \quad \mathbf{(0,5 \text{ pt})}$$