

Chimie : Les piles

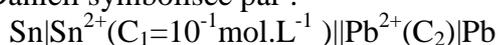
Physique : Interaction onde -matière
Les spectres atomiques et niveaux d'énergie
Stabilité du noyau. Réactions et énergie nucléaires

- Le sujet comporte 4 pages -

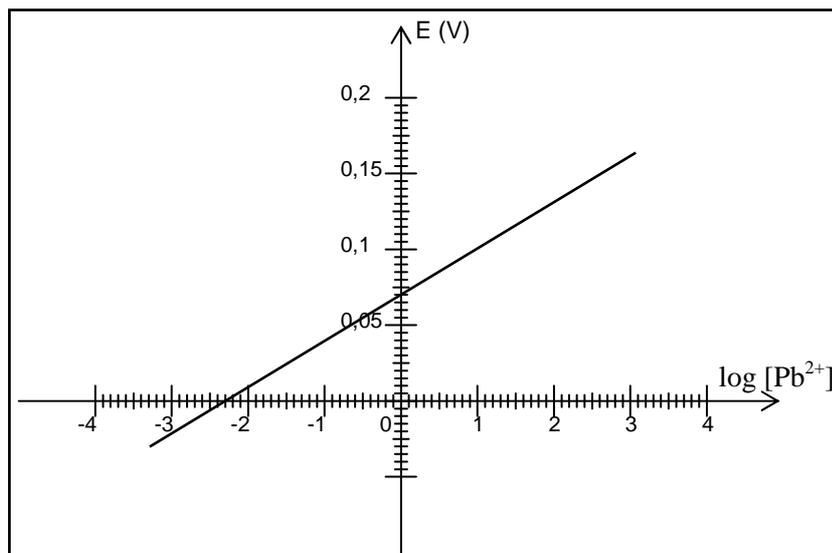
Chimie
(7 points)

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 : $E^0 = 0,04 \text{ V}$

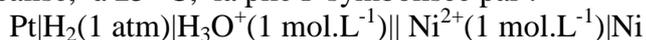
c- Comparer les pouvoirs réducteurs des deux couples redox mis en jeu.

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 $E^0 = - 0,26 \text{ V}$.

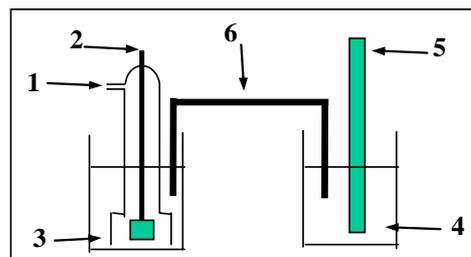
1°) Donner les noms des éléments numérotés sur le schéma de la pile.

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

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

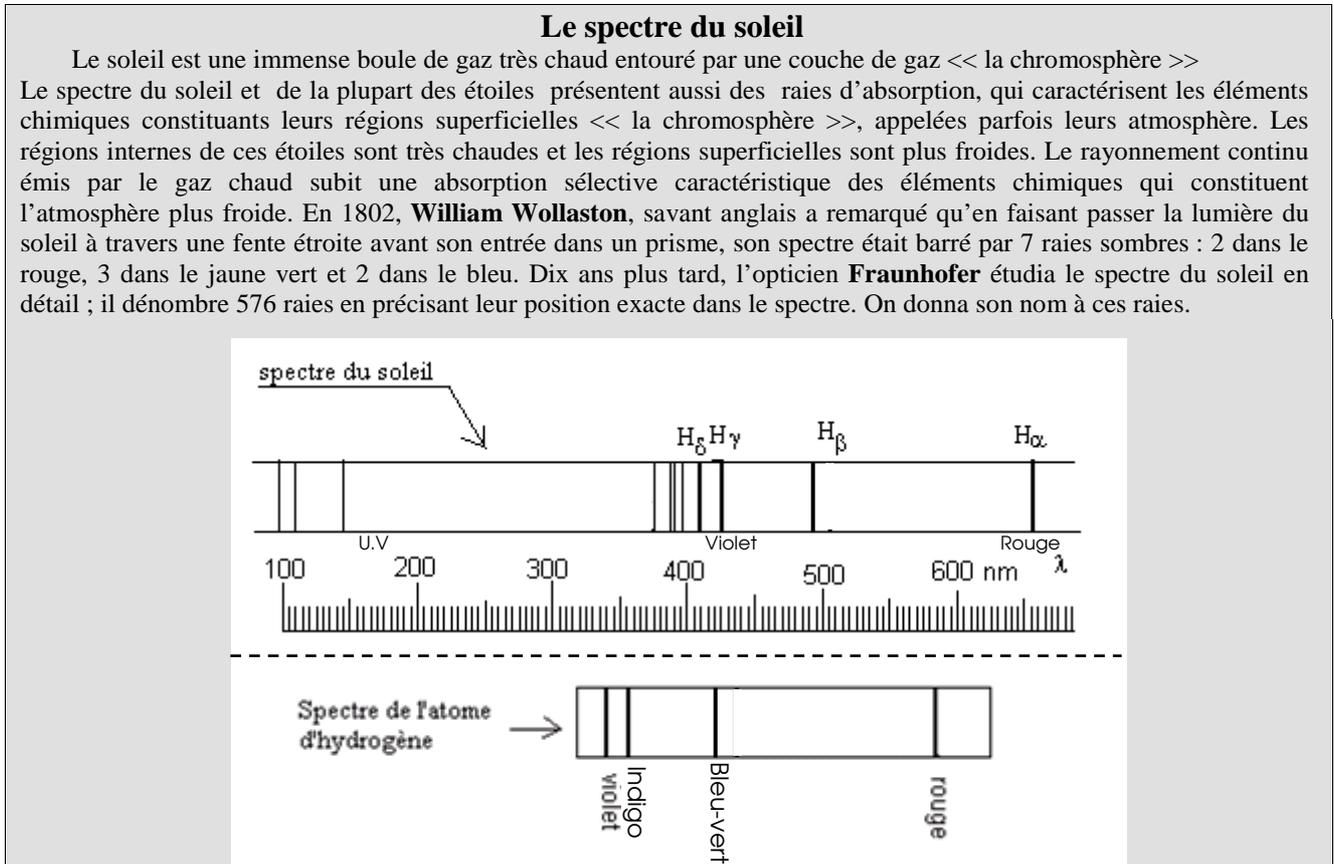
b- Ecrire, en le justifiant, l'équation de la réaction spontanée.

3°) Préciser le rôle du pont salin.



Exercice n°1 (3 points)

Document scientifique :

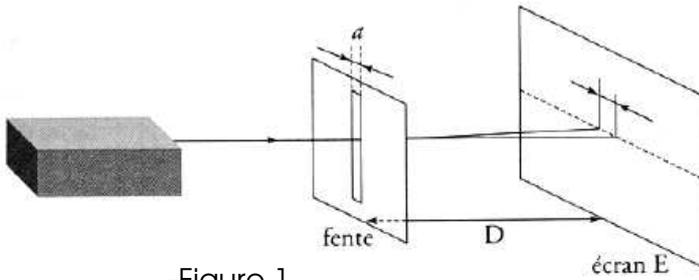


- 1°) a- Le spectre du soleil est-il celui de la boule de gaz interne ou de l'atmosphère du soleil ?
Recopier la phrase du texte qui justifie la réponse.
- b- Le spectre du soleil représenté sur la figure est – il celui observé par William Wollaston ?
Est-il d'absorption ou d'émission ? Est-il continu 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.

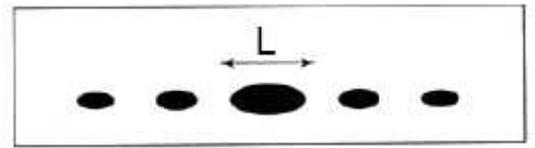
On donne : $1 \text{ eV} = 1,6.10^{-19} \text{ J}$; la constante de Planck : $h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$; la célérité de la lumière $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

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.

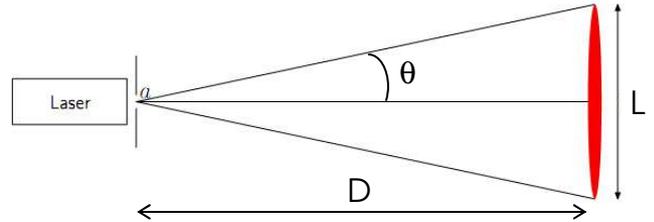
b- Quel est l'aspect de la lumière mis en évidence par cette expérience ?

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 .

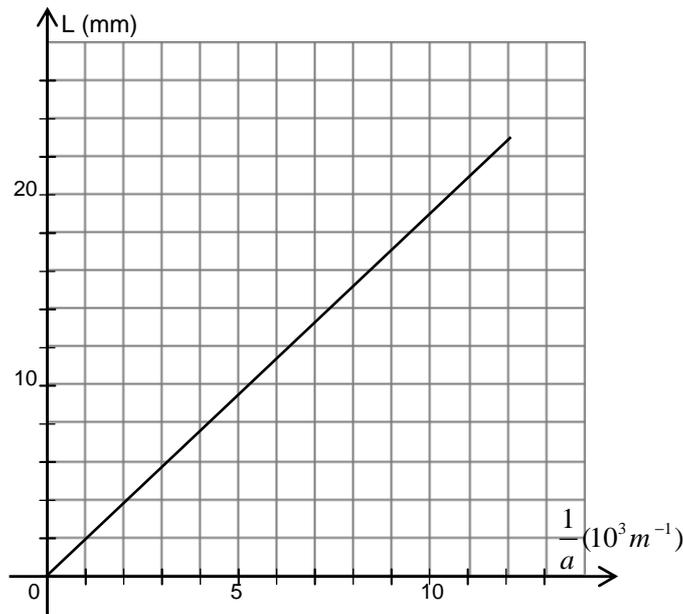
b- Montrer que l'expression de la largeur L de la

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.

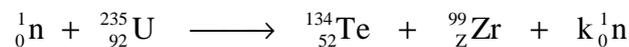
Exercice n°3 (7 points)

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	${}_{92}^{235}\text{U}$	${}_{53}^{134}\text{I}$	${}_{52}^{134}\text{Te}$	${}_{40}^{99}\text{Zr}$	${}_{1}^1\text{p}$	${}_{0}^1\text{n}$
Masse (en u)	234,9935	133,8808	133,8830	98,8946	1,0073	1,0087

A- Dans un réacteur nucléaire, le noyau d'uranium ${}_{92}^{235}\text{U}$ 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 (${}_{52}^{134}\text{Te}$) 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 ${}_{52}^{134}\text{Te}$.
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 (${}_{52}^{134}\text{Te}$) 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 08-09

Chimie

Exercice 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.

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

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

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

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- $E = E^0 - 0,03 \log \left[\frac{C_1}{[\text{Pb}^{2+}]} \right] = E^0 - 0,03 \log C_1 + 0,03 \log[\text{Pb}^{2+}]$ 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)**

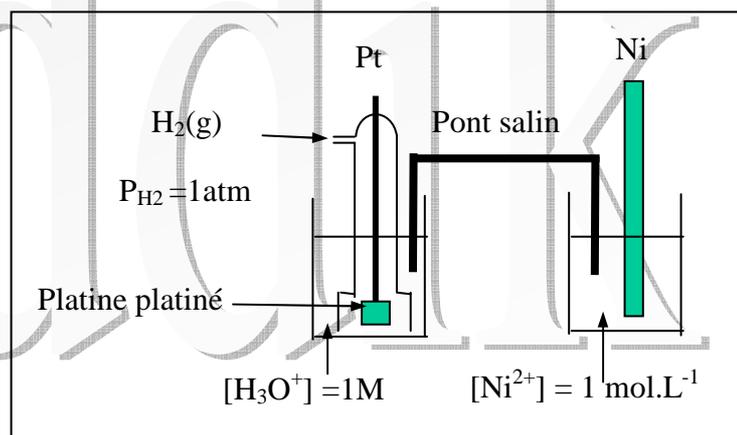
4°) Déterminons la valeur de $[\text{Pb}^{2+}]$ pour que la f.e.m initiale de la pile soit nulle.

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 :

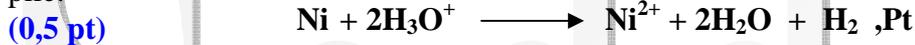
a- Précisons le sens du courant dans le circuit extérieur ;

$C_1 = C_2$ 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.

$$w = h\nu_\delta = \frac{hc}{\lambda_\delta} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,41 \cdot 10^{-6} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 3 \text{ eV} \quad \text{b) (0,5 pt)}$$

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.

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

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

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 $p = 1,89 \cdot 10^{-6} m^2$. Par identification avec 2°) b- $p = 2\lambda D$ d'où $\lambda = 0,63 \cdot 10^{-6} m$ **(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 $\lambda = \frac{1,255 \cdot 10^{-2} \cdot a}{2} = 0,627 \cdot 10^{-6} \approx 0,63 \cdot 10^{-6} m$

(0,5 pt)

Exercice N°3 (7 points)

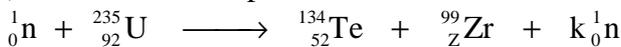
A-

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 :

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

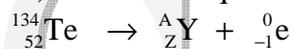
AN : $W_1 = (234,9935 - (133,883 + 98,8946 + 2 \cdot 1,0087)) \cdot 931,5 = 184,9 \text{ MeV}$. **(0,75 pt)**

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.



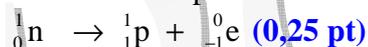
D'après la loi de conservation du nombre de masse : $A = 134$

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

Le ${}_Z^A Y$ et le ${}_{53}^{134}I$ **(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.

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

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 $^{134}_{52}\text{Te}$.

$$E_l(\text{Te}) = (Zm_p + (A-Z)m_n - m_{\text{Te}}) \cdot c^2 \quad ; \quad \text{AN : } E_l(\text{Te}) = (52 \cdot 1,0073 + 82 \cdot 1,0087 - 133,8830) \cdot 931,5$$
$$E_l(\text{Te}) = 1127,1 \text{ MeV. (0,75 pt)}$$

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.

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

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

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

Seddik