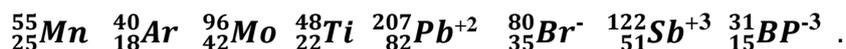


Série de TD N° 3

**Exercice 1 :**

Quel est le nombre de neutrons, de protons et d'électrons présents dans chacun des atomes ou des ions suivants ?



**Exercice 2 :**

Quelles sont les proportions des 2 isotopes du bore  ${}_{5}^{10}\text{B}$ ,  ${}_{5}^{11}\text{B}$  à l'état naturel, sachant que la masse atomique moyenne du bore à l'état naturel est **10.811**.

**Exercice 3 :**

1. Calculer l'énergie de cohésion d'une mole de noyaux d'uranium 235 ( $Z = 92$ ) sachant que la masse d'un noyau est de 235,044 u.
2. Cet atome peut subir une réaction de fission fournissant le lanthane 146 ( $Z = 57$ ) et le brome 87 ( $Z = 35$ ). Ecrire la réaction de fission puis calculer l'énergie dégagée en J/kg d'uranium 235.
3. Le pouvoir calorifique du charbon est de 33400 kJ/kg. Quelle est la masse de charbon qu'on doit brûler pour produire l'énergie équivalente à celle de la fission d'un kg d'uranium 235. On donne :  ${}^{146}\text{La} = 145,943 \text{ u}$ ,  ${}^{87}\text{Br} = 86,912 \text{ u}$

**Exercice 4 :**

La masse atomique de  ${}_{26}^{57}\text{Fe}$  est de 56,9354 u, et celle de  ${}_{92}^{235}\text{U}$  est de 235.0439 u.

- a/ Calculer l'énergie de cohésion par noyau, pour chaque nucléide, en joules et en MeV.  
b/ Quel est le noyau le plus stable ? On donne en u : masse d'un proton :  $m_p = 1,0078$  ; masse d'un neutron :  $m_n = 1,0087$ . ( $1 \text{ u} = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ).

**Exercice 5 :**

En 1989, le satellite GALILEO a commencé son voyage vers Jupiter, qu'il a finalement atteint le 7 décembre 1995. Jupiter étant trop éloigné du soleil, l'énergie solaire ne peut être utilisée pour alimenter les instruments scientifiques. A la place, le satellite utilise l'énergie produite par la désintégration du plutonium  ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ , qui est transformé en électricité.

- a)  ${}^{238}\text{Pu}$  se désintègre en Uranium (U) en émettant des particules  $\alpha$ . Ecrire l'équation nucléaire correspondante.
- b) La période du  ${}^{238}\text{Pu}$  est  $T = 86,6$  années. Le satellite GALILEO a décollé avec 19 kg de  ${}^{238}\text{Pu}$ , quelle est la masse de  ${}^{238}\text{Pu}$  restant après les 7 années nécessaires pour atteindre Jupiter ?

**Exercice 6 :**

1-Un morceau de sarcophage isolé de l'air jusqu'à aujourd'hui, contient 60 % de C(14) rapporté à l'air ambiant actuel. Quel est son âge ?

2-un morceau de bois carbonisé trouvé dans une grotte et provenant d'un ancien feu de camp présente. A cause du carbone 14, une activité de 0.0125 Bq, alors qu'un échantillon actuel similaire possède une activité de 0.1Bq. A quelle époque la grotte était-elle habitée ?  $t_{1/2}(\text{C14})=5760 \text{ ans}$

### Exercice 7 :

La glande thyroïde produit des hormones essentielles à différentes fonctions de l'organisme à partir de l'iode alimentaire.

Pour vérifier la forme ou le fonctionnement de cette glande, on procède à une scintigraphie thyroïdienne en utilisant les isotopes  $^{131}_{53}\text{I}$  ou  $^{123}_{53}\text{I}$  de l'iode. L'iode 131 ( $Z = 53$ ) est émetteur  $\beta^-$  et sa demi-vie  $t_{1/2}$  vaut 8,1 j.

Le 25 août 2007, un centre hospitalier reçoit un colis d'iode radioactif d'activité  $A = 2,6 \cdot 10^9$  Bq.

1. Ecrire l'équation de la désintégration
2. Quels sont les rayonnements émis par l'iode radioactif dans le corps humain ?
3. Tracer la courbe représentative de l'activité  $A(t)$  pour  $0 < t < 60$  jours après la réception
4. Calculer la masse d'iode radioactif contenu dans le colis à la date du 25 août 2007.
5. En utilisant la courbe tracée précédemment, déterminez l'activité du colis d'iode non encore utilisé 30 jours après réception ; retrouver la valeur exacte par le calcul.
6. Lors d'un examen médical, on injecte à un patient une quantité d'iode radioactif d'activité voisine de  $4 \cdot 10^6$  Bq. Combien d'injections peut-on réaliser à partir de l'échantillon non encore utilisé, le 25 septembre 2007 ?
7. Quelle activité, due à l'iode 131, restera t'il dans le corps du patient un an après l'injection? Que peut-on conclure du résultat observé ?
8. La conclusion de la question précédente serait-elle identique si le traceur utilisé avait une demi-vie égale à 90 jours ?

**Données :** masse molaire atomique de l'iode :  $M_I = 131$  g/mol ;  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  ;

Extrait de la classification périodique :

Tellure	Iode	Xénon	Césium
$_{52}\text{Te}$ .	$_{53}\text{I}$ .	$_{54}\text{Xe}$ .	$_{55}\text{Cs}$ .

### Exercice 8 :

(Énergie des particules émises)

On considère les schémas de désintégration suivants :



- 1- quelle est l'énergie maximale de l'électron  $\beta_1^-$  ?
- 2- quelle est l'énergie maximale de l'électron  $\beta_2^+$  ?
- 3- Quelles sont, en uma, les masses atomiques respectives de  $^{23}_{10}\text{Ne}$  et  $^{23}_{12}\text{Mg}$  ?
- 4- comment appelle-t-on la réaction à l'origine de l'émission  $\gamma$  ?

**Données :**

La masse atomique de  $^{23}_{10}\text{Na}$  est de 23.0017680 uma.

Les énergies maximales des électrons  $\beta_2^-$   $\beta_1^+$  sont respectivement de 4.39 MeV et 2.66 MeV. L'énergie du photon  $\gamma$  qui suit les désintégrations  $\beta^+$  et  $\beta^-$  est de 440 KeV.

## solution

### Exercice 2:

$^{10}\text{B}, ^{11}\text{B}$  et  $M=10.811\text{g/mol}$

Les proportions sont  $A_1$  et  $A_2$

$$M=M_1.A_1+M_2.A_2/100 \text{ et } A_1+A_2=100 \Rightarrow 100M= M_1.A_1+M_2.A_2 \text{ et } A_2=100-A_1$$

$$\Rightarrow A_1=100. M-M_2/M_1-M_2 \text{ donc } A_1=18.9\% \text{ et } A_2=81.1\%$$

### Exercice 3:

1- Pour un noyau de  $^{235}\text{U}$  :

$$\Delta m = 143 \times 1,00866 + 92 \times 1,00728 - 235,044 = 1,86414 \text{ uma}$$

$$\text{Sachant que } 1 \text{ uma} \rightarrow 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\Delta E = 1,86414 \times 1,67 \times 10^{-27} (3 \times 10^8)^2 = 2,8 \times 10^{-10} \text{ Joule}$$

$$\text{Pour 1 mole on multiplie par le nombre d'Avogadro : } 2,8 \times 10^{-10} \times 6,023 \times 10^{23} =$$
$$\mathbf{1,687 \times 10^{14} \text{ J}}$$

2-  $^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{146}_{57}\text{La} + ^{87}_{35}\text{Br} + 3^1_0\text{n}$

$$|\Delta m| = |m_{\text{La}} + m_{\text{Br}} + 3m_{\text{n}} - (m_{\text{U}} + m_{\text{n}})| = |145,943 + 86,912 + 2 \times 1,00866 - 235,044| = 0,17168 \text{ uma}$$

➤ Pour un noyau cette réaction dégage une énergie :

$$\Delta E = 0,17168 \times 1,67 \times 10^{-27} (3 \times 10^8)^2 = 2,58 \times 10^{-11} \text{ J} \rightarrow 1 \text{ noyau pesant :}$$

$$\frac{235,044 \times 10^{-3}}{6,023 \times 10^{23}} \text{ kg}$$

➤ Pour 1 kg on aura une énergie dégagée :  $\Delta E = 2,58 \times 10^{-11} / \left( \frac{235,044 \times 10^{-3}}{6,023 \times 10^{23}} \right) =$

$$\mathbf{6,61 \times 10^{13} \text{ J}}$$

3- On a pour 1 kg de charbon  $\rightarrow 33400 \times 10^3 \text{ J}$

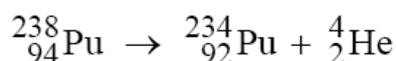
$$m \text{ kg} \rightarrow 6,61 \times 10^{13} \text{ J}$$

$$\left. \begin{array}{l} 33400 \times 10^3 \text{ J} \\ m \text{ kg} \rightarrow 6,61 \times 10^{13} \text{ J} \end{array} \right\} \Rightarrow m = \frac{3,34 \times 10^7}{6,61 \times 10^{13}} = \mathbf{19,8 \times 10^5 \text{ kg}} \text{ de}$$

charbon.

### Exercice 5 :

1-



2-

$$m = m(0) \exp\left(-\frac{\ln(2)}{T} t\right) = 19 \exp\left(-\frac{\ln(2)}{86,6} \times 7\right) = 17,96 \text{ kg}$$

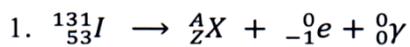
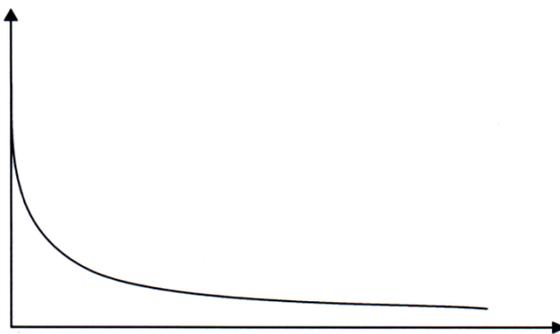
**Exercice N°6**

1-  $t = \ln N_0/N \cdot t / \ln 2 = 100/60.5760 / \ln 2 = 4245$  ans (âge de morceau de sarcophage)

2-  $t = \ln A_0/A \cdot t / \ln 2 = 0.1/0.0125.5760 / \ln 2 = 17280$  ans

Le morceau de bois est antérieur à JC

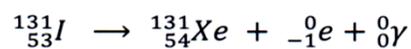
**Exercice7**



En utilisant les lois de conservations (du nombre de masse et du nombre de charge)

$$A = 131$$

$Z - 1 = 53$  on abouti à l'élément X dont  $A = 131$  et  $Z = 54$  c'est donc le Xénon



2. Les rayonnements émis par l'iode radioactif sont les particules  $\beta^-$  et le rayonnement électromagnétique  $\gamma$  émis lors de la désexcitation du noyau fils.

3.

4.  $A_0 = \lambda N_0$

$$N_0 = \frac{m \times N_A}{M} \quad \text{alors} \quad A_0 = \frac{\lambda \times m_0 \times N_A}{M} \quad \text{et} \quad m_0 = \frac{A_0 \cdot M}{\lambda \times N_A} = \frac{2,6 \cdot 10^9 \times 131 \times (8,1 \times 24 \times 3600)}{6,02 \times 10^{23} \times \ln 2}$$

$$m_0 = 571 \text{ mg}$$

5.  $A = A_0 \cdot e^{-\lambda t} = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T} t} = 2 \cdot 10^8 \text{ j}$

6. à  $t = 30 \text{ j}$  c'est à dire le 25 septembre 2007 l'activité de l'échantillon est de  $= 2 \cdot 10^8 \text{ j}$  on peut donc réaliser  $\frac{2 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^6} = 50$  injections

7.  $A' = A'_0 \cdot e^{-\lambda t}$  à  $t = 360 \text{ jours}$   $A' = 4 \cdot 10^6 e^{-\frac{\ln 2 \cdot 365}{8,1}} = 0 \text{ Bq}$

*Un an après, il ne reste plus de radioactivité*

8. De la même manière si la période est de 90 jours, à  $t = 365 \text{ jours}$ ,  $A'' = 4 \cdot 10^6 e^{-\frac{\ln 2 \cdot 365}{90}} = 2,4 \cdot 10^5 \text{ Bq}$

Si le traceur avait une demi-vie de 90 jours, le traceur serait encore plus important dans le corps du patient un an après l'injection.