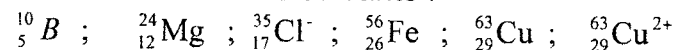


## Série TD 2 – chimie 1

### EXO1 :

I.1. Indiquer le nombre de protons, de neutrons et d'électrons constituant chacun des atomes ou des ions suivants :



I.2. le bore naturel a une masse molaire atomique de 10,811 g/mol. Sachant qu'il est composé de  ${}^{10}\text{B}$  et de  ${}^{11}\text{B}$  de masse atomique relatives respectivement égales à 10,0124 g/mol et 11,00931 g/mol, déterminer sa composition isotopique.

II. Soient les nucléides suivants :  ${}^{20}_9\text{F}$ ;  ${}^3_1\text{H}$ ;  ${}^{235}_{92}\text{U}$

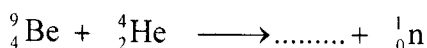
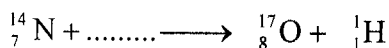
1. quelle est la constitution de chaque noyau ?
2. quel est le défaut de masse correspondant ? en déduire l'énergie de liaison par nucléon
3. comparer les stabilités.

Données :  $m_p = 1,00758 \text{ uma}$  ;  $m_n = 1,00866 \text{ uma}$  ;  
masse du noyau :  ${}^{20}\text{F} = 20,00165 \text{ uma}$   
masse du noyau :  ${}^3\text{H} = 3,0165 \text{ uma}$   
masse du noyau :  ${}^{235}\text{U} = 235,12 \text{ uma}$ .

### Exo2 :

La période de désintégration  $\beta$  de l'élément  ${}^{14}_6\text{C}$  est  $5,5 \cdot 10^3$  ans.

1. Ecrivez la réaction de désintégration  $\beta^-$ .
2. Calculez sa constante radioactive.
3. Calculez le temps au bout duquel 90% de l'élément se sont désintégrés.
4. complétez les réactions radioactives suivantes :



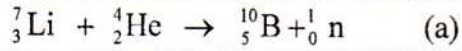
5. la proportion de carbone 14 dans l'atmosphère est constante dans les organismes tant qu'ils sont vivants. A leur mort, la quantité de carbone 14 décroît au cours du

temps. Sur un site préhistorique, des fragments d'os prélevés ont une activité de 113,75 désintégrations par heure. Sur un fragment d'os d'u homme mort récemment, l'activité est de 911,7 désintégrations par heure.

Quel est l'âge de l'os préhistorique ? (la période du carbone 14 : T=5500ans)

**Exo 3 :**

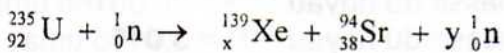
On considère les deux réactions nucléaires suivantes :



1. montrer qu'une seule de ces réactions libère de l'énergie
2. poser le calcul, sans l'effectuer, permettant d'obtenir en MeV l'énergie de liaison du noyau  ${}^{11}_5\text{B}$  à partir des données.

**Exo 4 :**

Parmi les réactions de fission de l'atome d'uranium 235 bombardée par des neutrons lents, on considère la réaction suivante :



1. compléter l'équation en calculant x et y.

2. a partir du tableau placé à la fin de l'énoncé, calculer :

a) l'énergie E, en joules puis en MeV, libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235

b) l'énergie E', en joules, libérée par la fission d'une masse m = 1 Kg d'uranium 235

Données :  $1\text{uma} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ Kg}$  ;  $c = 3. 10^8 \text{ m/s}$

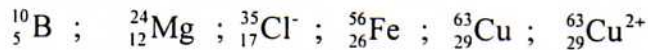
Noyau ou particule	${}^{235}_{92}\text{U}$	${}^{139}_x\text{Xe}$	${}^{94}_{38}\text{Sr}$	${}^1_0\text{n}$	${}^2_1\text{H}$	${}^3_1\text{H}$	${}^4_2\text{He}$
Masse u	235,044	138,918	93,915	1,009	2,013	3,015	4,001

**EX01 :**

**I.1. la composition des atomes et des ions :**

Sachant que la composition d'un noyau  ${}^A_Z X$  est déterminée par la relation suivante:

$$A=N+Z \quad ; \quad N=A-Z$$



Atome ou Ion	Protons	Electrons	Neutron
${}^1_5\text{B}$	5	5	5
${}^{24}_{12}\text{Mg}$	12	12	12
${}^{35}_{17}\text{Cl}^-$	17	<b>18</b>	18
${}^{56}_{26}\text{Fe}$	26	26	30
${}^{63}_{29}\text{Cu}$	29	29	34
${}^{63}_{29}\text{Cu}^{2+}$	29	<b>27</b>	34

**I.2. Composition isotopique du bore :**

La masse molaire moyenne d'un mélange est donnée par la relation suivante :

$$M = \frac{M_1 \cdot x_1 + M_2 \cdot x_2}{100} ; \text{ avec } x_1 + x_2 = 100 \quad ; \quad \text{ou } M = M_1 \cdot x_1 + M_2 \cdot x_2 ; \text{ avec } x_1 + x_2 = 1$$

Avec :

M : masse molaire moyenne de bore naturel

$M_1, x_1$  : masse molaire de  ${}^{10}\text{B}$  et sa fraction dans le mélange ;

$M_2, x_2$  : masse molaire de  ${}^{11}\text{B}$  et sa fraction dans le mélange.

$$x_1 + x_2 = 1 \Rightarrow x_1 = 1 - x_2$$

$$M = M_1 \cdot (1 - x_2) + M_2 \cdot x_2 \Rightarrow 10,811 = 10,0124(1 - x_2) + 11,00931 \cdot x_2$$

$$x_2 = 0,8 \Rightarrow x_1 = 1 - 0,8 = 0,20$$

Le bore naturel est composé de **80 %** de  ${}^{11}\text{B}$  et de **20 %** de  ${}^{10}\text{B}$

**II. 1. Composition des noyaux :**

Nuclide	Protons	Neutrons
${}^3_1\text{H}$	1	2
${}^{20}_9\text{F}$	9	11
${}^{235}_{92}\text{U}$	92	143

Pour  ${}_{92}^{235}\text{U}$  on a :  $E = \frac{1,936354(\text{uma}) \cdot 933 (\text{Mev})}{1 (\text{uma})} = 1806,61 \text{ MeV}$

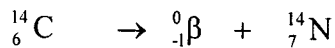
$$\bar{E} = \frac{E}{A} = \frac{1806,61}{235} = 7,68 \text{ MeV}$$

La stabilité relative est grande quand l'énergie moyenne de cohésion est élevée

$$\text{St} ({}_{9}^{20}\text{F}) > \text{St} ({}_{92}^{235}\text{U}) > \text{St} ({}_{1}^{3}\text{H})$$

## EXO 2 :

### 1.1 la réaction de désintégration :



### 1.2 Calcul de la constante radioactive :

La constante radioactive est donnée par la relation suivante :

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} ; \lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,69}{5,5 \cdot 10^3} = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ an}^{-1}$$

### 1.3 Calcul du temps au bout duquel 90 % de l'élément se sont désintégrés :

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda \cdot t \Rightarrow N = N_0 e^{-\lambda \cdot t}$$

Où : N : le nombre de noyaux à l'instant (t)

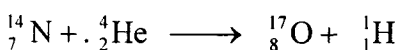
$N_0$  : le nombre de noyaux initial à t= 0

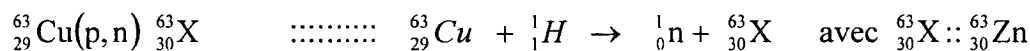
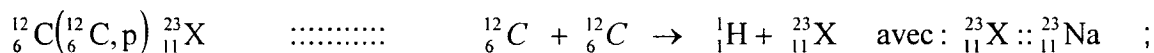
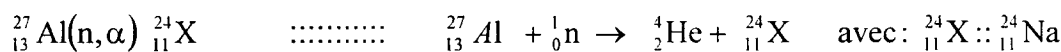
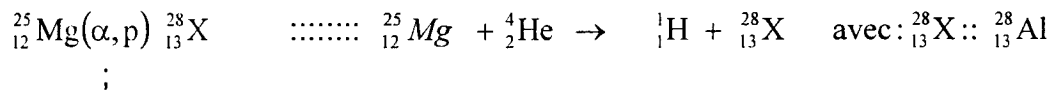
$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda \cdot t \Rightarrow t = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{N}{N_0}$$

Pour que 90 % de l'échantillon initial soit désintégré, on a :  $N = 100 - 90 = 10 \%$

$$t = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{N}{N_0} = -\frac{1}{1,25 \cdot 10^{-4}} \ln \frac{100 - 90}{100} = 1,84 \cdot 10^4 \text{ ans}$$

### 1.4. Complétez les réactions nucléaires :





## 1.5. l'âge de l'os préhistorique

On a :  $A_0 = 911,7$  dph ;  $A_1 = 113,7$  dph

$$A_1 = A_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{A_0}{A_1} = \frac{T}{\ln 2} \ln \frac{A_0}{A_1} = \frac{5500}{0,693} \ln \frac{911,7}{113,7} = 16521,806 \text{ ans} \approx 3.T$$

### Exo 3 :

#### 1. Calcul de défaut de masse :

$$(a) : \Delta m = m({}_{10}^{10}\text{B}) + m(\text{n}) - m({}_7^7\text{Li}) - m({}_2^4\text{He}) = 10,0102 + 1,0087 - 7,0144 - 4,0015 = 3.10^{-3} \text{ u}$$

$$(b) : \Delta m = m({}_{11}^{11}\text{B}) - m({}_7^7\text{Li}) - m({}_2^4\text{He}) = 11,0066 + 1,0087 - 7,0144 - 4,0015 = -6,3.10^{-3} \text{ u}$$

**La réaction (b) présente une diminution de masse qui correspond à la libération de l'énergie.**

#### 2. l'énergie de liaison du noyau ${}_{5}^{11}\text{B}$ en MeV (sans le calcul)

Composition du noyau : 5 protons et 6 neutrons

Calcul du  $\Delta m$  :  $\Delta m = 5.m_p + 6.m_n - m({}_{5}^{11}\text{B})$  exprime en uma

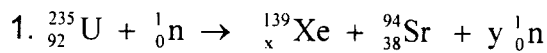
Conversion en Kg :  $\Delta m (\text{Kg}) = \Delta m (\text{uma}) \times 1,66054 \cdot 10^{-27}$

Calcul de l'énergie de liaison :  $E (\text{J}) = \Delta m (\text{Kg}) \times C^2 (\text{m/s})$  ;  $c = 3.10^8 \text{ m/s}$

Conversion de E (J) en E(eV) : division par  $1,6 \cdot 10^{-19}$  :  $E(\text{eV}) = E(\text{J}) / 1,6.10^{-19}$

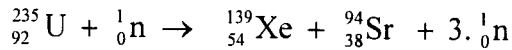
Conversion de E(eV) en E(MeV) division par  $10^6$  :  $E(\text{MeV}) = E(\text{eV})/10^6$

**Exo4 :**



Conservation de la charge :  $92 = x+38$  soit :  $x= 54$

Conservation du nombre de nucléons :  $235 + 1 = 139 + 94 + y$  soit :  $y = 3$



**2. a. calcul de l'énergie libérée par la fission :**

$$\Delta m = (138,918 + 93,915 + 3 \times 1,009) - 235,044 - 1,009 = -0,193 \text{ uma}$$

$\Delta m = -0,193 \times 1,67 \cdot 10^{-27} = -3,223 \cdot 10^{-28} \text{ Kg}$ . (le signe (-) signifie la diminution de la masse)

$$\Delta m = -3,223 \cdot 10^{-28} \text{ Kg}$$

**L'énergie libérée :**

$$E = \Delta m \cdot C^2 = -3,223 \cdot 10^{-28} \times (3 \cdot 10^8)^2 = -2,9 \cdot 10^{-11} \text{ J}$$

$$E = -2,9 \cdot 10^{-11} = -2,9 \cdot 10^{-11} / (1,6 \cdot 10^{-19}) = -1,81 \cdot 10^8 \text{ eV} = -181 \text{ MeV}$$

**2.b. calcul de l'énergie libérée par la fission de 1 Kg d'uranium 235 :**

$$E = 2,9 \cdot 10^{-11} \text{ Joule / noyau}$$

$$1 \text{ noyau d'uranium 235} \dots\dots\dots 2,9 \cdot 10^{-11} \text{ Joule}$$

$$N \text{ noyaux d'urnaium 235} \dots\dots\dots z$$

$$z = N \times 2,9 \cdot 10^{-11} = 17,4667 \cdot 10^{12} \text{ Joule/mole}$$

$$17,4667 \cdot 10^{12} \text{ Joule} \dots\dots\dots 1 \text{ mole uranium 235}$$

$$17,4667 \cdot 10^{12} \text{ Joule} \dots\dots\dots M \text{ uranium 235}$$

$$E' \dots\dots\dots 1\text{Kg} = 1000 \text{ g}$$

$$E' = \frac{1000 \times 17,4667 \cdot 10^{12}}{235} = 7,43 \cdot 10^{13} \text{ joule c'est la quantité libérée par 1Kg d'uranium}$$

235.