

### Noyaux, masse, énergie

Données générales pour tous les exercices :

- \* Célérité de la lumière :  $c = 3 \times 10^8 m/s$
- \* Électronvolt :  $1eV = 1,602 \times 10^{-19} J$  ;  $1MeV = 1,602 \times 10^{-13} J$
- \* Masse de neutron :  $m_n = 1,6750 \times 10^{-27} kg$
- \* Masse de proton :  $m_p = 1,6727 \times 10^{-27} kg$
- \* Masse de particule  $\alpha$  :  $m(\alpha) = 6,6445 \times 10^{-27} kg$
- \* Masse de l'électron et positron  $m(e) = 9,1 \times 10^{-31} kg$
- \*  $1u$  correspond à  $931,49432 MeV/c^2$
- \*  $N_A = 6,02 \times 10^{23} mol^{-1}$

#### Exercices 1 : QCM

1. Les réactions de fusion existent à l'état naturel :  
(a) oui (b) non
2. L'énergie de liaison par nucléon est la plus grande dans un noyau :  
(a) d'hélium (b) de fer 56 (c) d'uranium 235
3. Une réaction de fission produit moins de neutrons qu'elle n'en consomme .  
(a) vrai (b) faux
4. Le MeV est une unité :  
(a) d'activité (b) de masse (c) d'énergie
5. L'énergie de liaison par nucléon est exactement la même pour deux isotopes d'un même élément . (a) vrai (b) faux

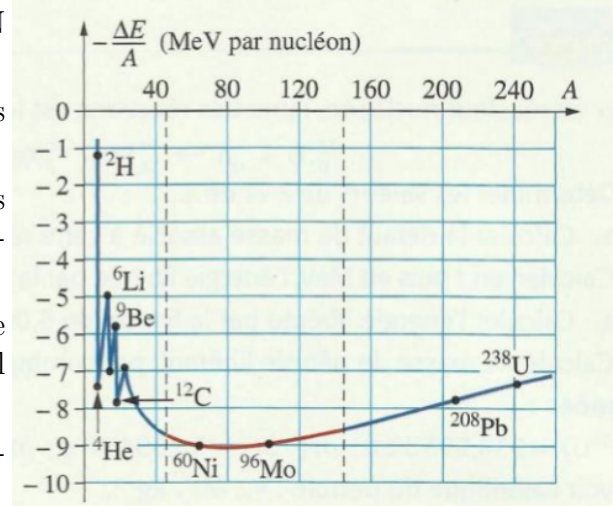
#### Exercices 2 : Défaut de masse et énergie de liaison d'un noyau

Le noyau  $^{208}_{82}Pb$  ( $m(Pb) = 207,93162u$ ) est un isotope du plomb produit lors de la désintégration de l'uranium 238 . Le noyau  $^6_3Li$  ( $m(Li) = 6,01347u$ ) est produit dans les réactions nucléaires des étoiles .

1. Déterminer les nombres de neutrons et de protons dans chacun de ces deux noyaux .
2. Calculer le défaut de masse de ces deux noyaux en unité de masse atomique
3. Calculer , en MeV , puis en joule , l'énergie
4. Le MeV est une unité de liaison de ces noyaux . Quelle est l'énergie qu'il faut fournir à ces deux noyaux , au repos , pour les dissocier en nucléon isolés immobiles ?
5. Calculer les énergies de liaison par nucléon de ces deux noyaux . Quel est le plus stable ?

### Exercices 3 : Utiliser la courbe d'ASTON

1. Que représente la courbe d'ASTON donnée ci-après ?
2. Où se situent les noyaux les plus stables sur cette courbe ?
3. Où se trouvent les noyaux les susceptibles de réaliser une fission ? Justifier la réponse .
4. Quel est l'ordre de grandeur de l'énergie de liaison par nucléon du noyau de nickel 60 ?
5. Quel est l'ordre de grandeur de son énergie de liaison ?



### Exercices 4 : bilan énergétique pour une désintégration $\alpha$

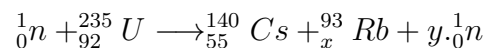
Le bismuth  $^{212}_{81}\text{Bi}$  est radioactive  $\alpha$  . Le noyau fils est un isotope de l'élément thallium  $^{208}_{81}\text{Tl}$  . Il peut se produire , ou non , une émission d'un rayonnement  $\gamma$  .

1. Écrire l'équation de cette désintégration spontanée en déterminant A et Z .
2. Déterminer l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de bismuth .
3. (a) Lors d'un désintégration d'un noyau au repos , il n'y a pas production de rayonnement  $\gamma$  . Le noyau fils a une vitesse quasiment nulle . Calculer l'énergie cinétique de la particule  $\alpha$  .  
(b) Lors d'un désintégration d'un noyau au repos ,un rayonnement  $\gamma$  est émis avec une énergie de  $0,47\text{MeV}$  . Calculer l'énergie cinétique de la particule  $\alpha$  .

Données :  $m(\text{Bi}) = 211,94562u$  ;  $m(\text{Tl}) = 207,93745u$  ;  $m(\alpha) = 4,00150u$

### Exercices 5 : Le rendement d'une centrale nucléaire

On considère la réaction, suivante , qui est l'une des nombreuses réactions de fission de l'uranium 235 se produisant dans le cœur des centrales nucléaires :



1. Déterminer x et y de manière à équilibrer cette réaction .
2. Quelle est l'énergie produite par cette réaction ?
3. Quelle est l'énergie produite par la fission d'un gramme d'uranium 235 ? Pendant combien de temps la fission d'un gramme d'uranium 235 permet - elle de délivrer une puissance d'un mégawatt (On suppose que le rendement est 100%)

Données :  $N_A = 6,02 \times 10^{23}\text{mol}^{-1}$  ;

noyau radioactif	$^{235}\text{U}$	$^{140}\text{Cs}$	$^{93}\text{Rb}$
Énergie de liaison par nucléon	$7,6\text{MeV}$	$8,4\text{MeV}$	$8,7\text{MeV}$

**Exercices 6 : Transformation nucléaire Bac 2015 SM**

Les réactions de fission et de fusion sont des réactions nucléaires peuvent produire une énergie important, utiliser par plusieurs domaines .

Données :  $1u = 931,494 \text{ MeV}/c^2 = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  ;  $1 \text{ MeV} = 1,6022 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

La masse du soleil :  $m_s = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

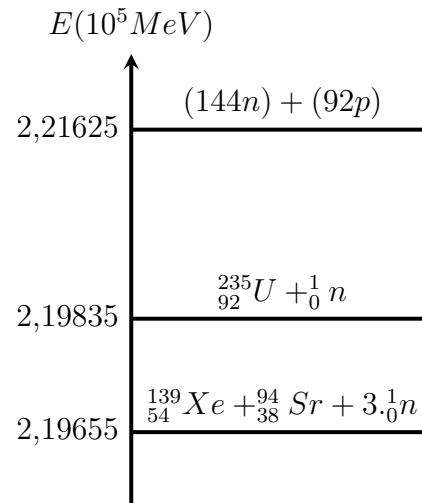
$^1_1H$	$^4_2He$	$^0_0e$
1,00728u	4,00151u	$5,48579 \cdot 10^{-4}u$

On considère que la masse d'hydrogène représente 10% de la masse totale du soleil .

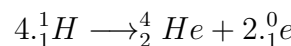
1. Le tableau suivant contient quelques réactions nucléaires :

A	$^2_1H + ^3_1H \rightarrow ^4_2He + ^1_0n$
B	$^{60}_{27}Co \rightarrow ^{60}_{28}Ni + ^0_{-1}e$
C	$^{238}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + ^4_2He$
D	$^{235}_{92}U + ^1_0n \rightarrow ^{139}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + 3 \cdot ^1_0n$

- Parmi les réactions nucléaires suivantes , Laquelle est-elle une réaction de fusion
- En utilisant le diagramme énergétique (figure 1 ) , calculer :  
 \* l'énergie de liaison par nucléon du noyau  $^{235}_{92}U$   
 \* l'énergie  $|\Delta E_0|$  produit par la réaction (D)



2. Au cœur du soleil , il se produit des transformations nucléaires à partir de noyaux d'hydrogène . Le bilan de ce type de réaction est :



- Calculer en joule , l'énergie  $|\Delta E|$  produit par cette transformation
- Sachant que le soleil libère, chaque année , lors de cette transformation une énergie  $E_S = 10^{34} \text{ J}$  , trouver le nombre des années nécessaires pour que l'hydrogène qui existe dans le soleil soit totalement consommer .

**Exercices 7 : La radioactivité du polonium Bac 2016 SM**

Le polonium 210 ( $^{210}_{84}Po$ ) se désintègre , par radioactivité  $\alpha$ , en un noyau de plomb 206 ( $^{206}_{82}Pb$ ) .

Cette exercice a pour but de faire un étude de bilan énergétique de cette transformation nucléaire et aussi son évolution dans le temps . Données :

noyau	$^{210}_{84}Po$	$^{206}_{82}Pb$	$\alpha$
Énergie de liaison en MeV	$1,6449 \times 10^3$	$1,6220 \times 10^3$	28,2989

\* la demi-vie du polonium 210 est symbolisée par  $t_{1/2}$

- Écrire l'équation de cette transformation nucléaire en indiquant le nombre Z .
- Déterminer en MeV , l'énergie  $|\Delta E|$  produit au cours de la désintégration d'un noyau de plutonium 210 .

3. Soit  $N_0(Po)$  le nombre des des noyaux de polonium 210 dans un échantillon à l'instant  $t = 0$  , et  $N(Po)$  le nombre des noyaux du même échantillon, qui restent à l'instant  $t$  .

a. Soit  $N_D$  le nombre des noyaux de polonium 210 désintégré à l'instant  $t = 4.t_{1/2}$

Choisir la bonne réponse :

(a)  $N_D = \frac{N_0(Po)}{8}$  (b)  $N_D = \frac{N_0(Po)}{16}$

(c)  $N_D = \frac{N_0(Po)}{4}$  (d)  $N_D = \frac{15.N_0(Po)}{16}$  .

b. la courbe ci- contre représente la variation de  $\ln\left(\frac{N_0(Po)}{N(Po)}\right)$  en fonction du temps . En utilisant cette courbe déterminer , en "jour" la demi-vie  $t_{1/2}$

c. Sachant que l'échantillon ne contient pas du plomb à l'instant  $t = 0$  , déterminer en jour l'instant  $t_1$  où  $\frac{N(Pb)}{N(Po)} = \frac{2}{5}$  tel que  $N(Pb)$  est le nombre des noyaux de plomb formé à cet instant .

