

## Noyaux,masse,énergie

Données générales pour tous les exercices :

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

### 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

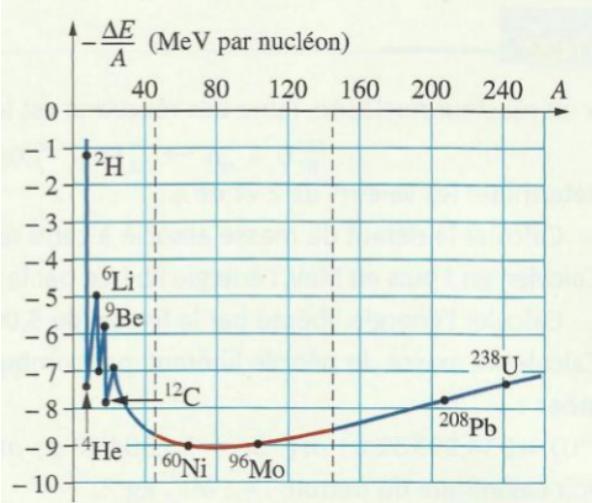
### Exercices 2 : Défaut de masse et énergie de liaison d'un noyau

Le noyau  $^{208}_{82}\text{Pb}$  ( $m(\text{Pb}) = 207,93162u$ ) est un isotope du plomb produit lors de la désintégration de l'uranium 238 . Le noyau  $^6_3\text{Li}$  ( $m(\text{Li}) = 6,01347u$ ) 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**

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


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

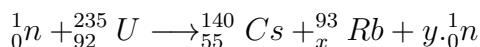
Le bismuth  $^{212}_{Z}Bi$  est radioactive  $\alpha$  . Le noyau fils est un isotope de l'élément thallium  $^{212}_{81}Tl$  . Il peut se produire , ou non , une émission d'un rayonnement  $\gamma$ .

- Écrire l'équation de cette désintégration spontanée en déterminant A et Z .
- Déterminer l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de bismuth .
- (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 :  $m(Bi) = 211,94562u$  ;  $m(Tl) = 207,93745u$  ;  $m(\alpha) = 4,00150u$

**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 :



- Déterminer x et y de manière à équilibrer cette réaction .
- Quelle est l'énergie produite par cette réaction ?
- 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	${}_{92}^{235}U$	${}_{55}^{140}Cs$	${}_{37}^{93}Rb$
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 importante, 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 :  $m_s = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

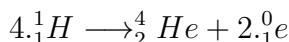
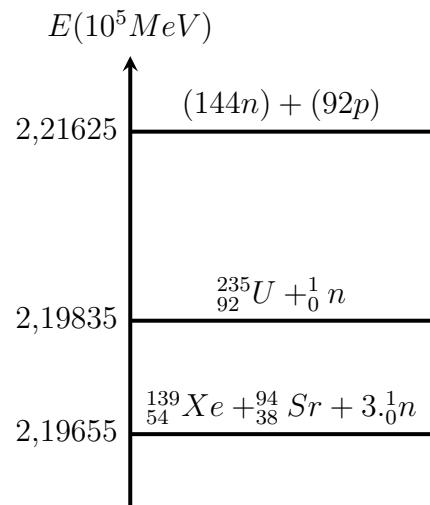
${}_1^1H$	${}_2^4He$	${}_0^1e$
$1,00728u$	$4,00151u$	$5,48579 \cdot 10^{-4}u$

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

- Le tableau suivant contient quelques réactions nucléaires :

A	${}_1^2H + {}_1^3H \longrightarrow {}_2^4He + {}_0^1n$
B	${}_{27}^{60}Co \longrightarrow {}_{28}^{60}Ni + {}_{-1}^0e$
C	${}_{92}^{238}U \longrightarrow {}_{90}^{234}Th + {}_2^4He$
D	${}_{92}^{235}U + {}_0^1n \longrightarrow {}_{54}^{139}Xe + {}_{38}^{94}Sr + 3 \cdot {}_0^1n$

- 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  ${}_{92}^{235}U$
  - \* l'énergie  $|\Delta E_0|$  produit par la réaction (D)
- 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 consommé .

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

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

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	${}_{84}^{210}Po$	${}_{82}^{206}Pb$	$\alpha$
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 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 de 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 .

