

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 α : $m(\alpha) = 6,6445 \times 10^{-27} \text{ kg}$
- * 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

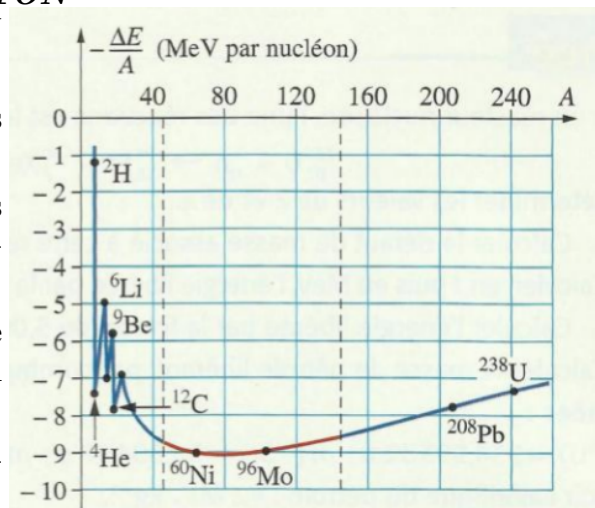
Exercices 2 : Défaut de masse et énergie de liaison d'un noyau

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_3Li ($m(\text{Li}) = 6,01347u$) 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

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 α**

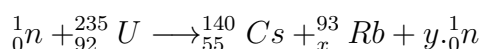
Le bismuth ${}_{83}^{212}\text{Bi}$ est radioactive α . Le noyau fils est un isotope de l'élément thallium ${}_{81}^A\text{Tl}$. Il peut se produire, ou non, une émission d'un rayonnement γ .

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'une désintégration d'un noyau au repos, il n'y a pas production de rayonnement γ . Le noyau fils a une vitesse quasiment nulle. Calculer l'énergie cinétique de la particule α .
(b) Lors d'une désintégration d'un noyau au repos, un rayonnement γ est émis avec une énergie de $0,47\text{MeV}$. Calculer l'énergie cinétique de la particule α .

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 : $m_s = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

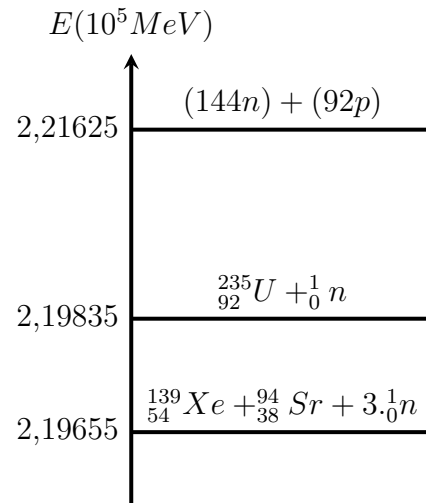
1_1H	4_2He	0_0e
1,00728u	4,00151u	5,48579.10 ⁻⁴ u

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

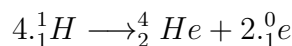
1. Le tableau suivant contient quelques réactions nucléaires :

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 consommé .

Exercices 7 : La radioactivité du polonium Bac 2016 SM

Le polonium 210 ($^{210}_{84}Po$) se désintègre , par radioactivité α , 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	$^{210}_{84}Po$	$^{206}_{82}Pb$	α
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 polonium 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 .

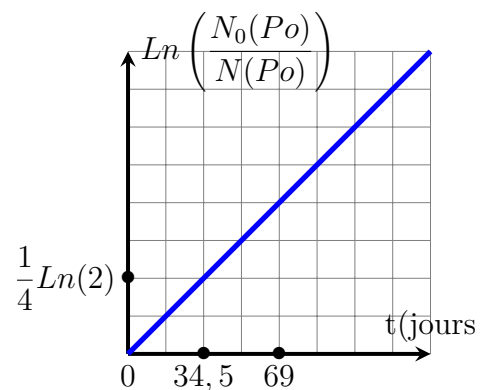
- a. Soit N_D le nombre des noyaux de polonium 210 désintégré à l'instant $t = 4.t_{1/2}$

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 .