



Correction des exercices chapitre 5

Exercice n° 14 p 128 :

a. L'énergie de liaison de l'uranium 235 est l'énergie qu'il faut fournir à ce noyau au repos pour le dissocier en ses nucléons constitutifs au repos (cette énergie est positive).

$$\begin{aligned}
 b. \text{El}({}_{92}^{235}\text{U}) &= (92 \times m_{\text{P}} + 143 \times m_{\text{N}} - m({}_{92}^{235}\text{U})) \times c^2 \\
 &= (92 \times 1.67264 \times 10^{-27} + 143 \times 1.67496 \times 10^{-27} - 234.9942 \times 1.66054 \times 10^{-27}) \times (3.00 \times 10^8)^2 \\
 &= 2.87 \times 10^{-10} \text{ J}
 \end{aligned}$$

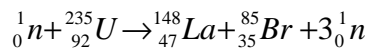
Pour la convertir en eV :

$$\text{El} = \frac{2.87 \times 10^{-10}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.8 \times 10^3 \text{ MeV}$$

c. Pour l'énergie de liaison par nucléon, on divise la valeur de El trouvée précédemment par le nombre de nucléons du noyau d'uranium :

$$\frac{E_l}{A} = \frac{1.8 \times 10^3}{235} = 7.7 \text{ MeV / nucléon}$$

d. Equation de la réaction de fission de l'uranium 235 :



e. Energie libérée par la réaction :

$$\begin{aligned}
 \Delta E = -\Delta E_l &= \frac{E_l(\text{U})}{A(\text{U})} \times A(\text{U}) - \frac{E_l(\text{La})}{A(\text{La})} \times A(\text{La}) - \frac{E_l(\text{Br})}{A(\text{Br})} \times A(\text{Br}) \\
 &= 7.7 \times 235 - 8.50 \times 148 - 8.50 \times 85 \\
 &= -1.7 \times 10^2 \text{ MeV}
 \end{aligned}$$

Exercice n°16 p 129 :

a. Perte de masse :

On sait que $\Delta E = \Delta m \times c^2$ d'où $\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} = \frac{24 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}}{(3.00 \times 10^8)^2} = 4.27 \times 10^{-29} \text{ kg}$

b. Perte de masse par seconde du soleil :

On connaît la formule donnant la puissance en fonction d'un travail et de la durée de ce travail : $P = \frac{W}{\Delta t}$

On se rappelle aussi que le travail est une des formes de transfert d'énergie. On peut donc écrire, pour le soleil : $P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$. Pour une seconde : $P = \Delta E$

D'où pour la perte de masse : $\Delta m/\text{sec} = \frac{P}{c^2} = \frac{3.9 \times 10^{26}}{(3.00 \times 10^8)^2} = 4.3 \times 10^9 \text{ kg par seconde.}$

c. Masse perdue par le soleil depuis qu'il rayonne :

$$m_{\text{perdue}} = \Delta m \times \text{âge du soleil} = 4.3 \times 10^9 \times 4.6 \times 10^9 \times 365 \times 24 \times 3600 = 6.2 \times 10^{26} \text{ kg}$$

Pour connaître le pourcentage de la masse actuelle, on fait un produit en croix :

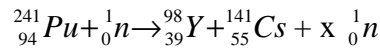
$$\begin{aligned}
 \text{Masse actuelle} : 1.9 \times 10^{30} &\rightarrow 100 \\
 6.2 \times 10^{26} &\rightarrow \%
 \end{aligned}$$

$$\% = \frac{6.2 \times 10^{26} \times 100}{1.9 \times 10^{30}} = 0.033 \text{ de sa masse actuelle.}$$



Exercice n° 23 p 130 :

- a. Pour répondre à cette question, il faut écrire l'équation de fission du noyau de plutonium, et appliquer la loi de conservation du nombre de masse A :



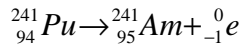
Il faut que $98+141+x \times 1 = 241 + 1$ donc $x = 3$

3 neutrons sont produits par fission du plutonium 241

- b. Energie libérée par cette fission :

$$\begin{aligned} \Delta E = -\Delta E_l &= \frac{E_l(\text{Pu})}{A(\text{Pu})} \times A(\text{Pu}) - \frac{E_l(\text{Y})}{A(\text{Y})} \times A(\text{Y}) - \frac{E_l(\text{Cs})}{A(\text{Cs})} \times A(\text{Cs}) \\ &= 7546 \times 10^3 \times 241 - 8499 \times 10^3 \times 98 - 8294 \times 10^3 \times 141 \\ &= -1.838 \times 10^8 \text{ eV} = -183.8 \text{ MeV} \end{aligned}$$

- c. Equation et énergie libérée par la désintégration du plutonium 241 :



$$\begin{aligned} \Delta E = \Delta m \times c^2 &= (m_e + m(\text{Am}) - m(\text{Pu})) \times c^2 \\ &= (5.49 \times 10^{-4} + 241.0567 - 241.0582) \times 931.5 \\ &= -0.886 \text{ MeV} \end{aligned}$$

- d. Activité de l'échantillon non désintégré :

Il faut calculer tout d'abord le nombre de noyaux :

$$\text{On a } m = 1 \text{ kg donc } n = \frac{m}{M} = \frac{1000}{241} = 4.15 \text{ mol}$$

$$\text{Puis on a } n = \frac{N}{N_A} \text{ d'où } N = n \times N_A = 4.15 \times 6.02 \times 10^{23} = 2.50 \times 10^{24} \text{ noyaux}$$

$$\text{On calcul alors l'activité : } A = \lambda \times N = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times N = \frac{\ln 2}{13.2 \times 365 \times 24 \times 3600} \times 2.50 \times 10^{24} = 4.16 \times 10^{15} \text{ Bq}$$

Temps au bout duquel $A = A_0/1000$:

Considérons que l'activité de départ, A_0 est celle calculée ci-dessus. Pour que celle-ci soit divisée par 1000 il faut que l'on ait $A_0/A = 1000$.

$$\text{Or on sait que } A = A_0 \times e^{-\lambda t} \Leftrightarrow t = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{A}{A_0} = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{A}{A_0} = -\frac{13.2}{\ln 2} \ln \frac{1}{1000} = 132 \text{ ans}$$

Au bout de 132 ans, l'activité du kilogramme de plutonium sera divisée par 1000.

Exercice hors livre :

- $4 {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + 2 {}_1^0e$: réaction de fusion
- ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + {}_2^4\text{He}$: désintégration α
- ${}_{15}^{30}\text{P} \rightarrow {}_{14}^{30}\text{Si} + {}_1^0e$: désintégration β^+
- ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1n \rightarrow {}_{42}^{95}\text{Mo} + {}_{57}^{139}\text{La} + 7 {}_{-1}^0e + 2 {}_0^1n$: réaction de fission
- ${}_{42}^{99}\text{Mo} \rightarrow {}_{43}^{99}\text{Tc} + {}_{-1}^0e$: désintégration β^-