Corrigé de la série de TD N°10

Exercice N°1 :

On calcule le défaut de masse

$$\Delta mc^2 = 92.938{,}256 + 143.939{,}55 - 235{,}043915.931{,}48$$

Soit $\Delta E_l = \Delta mc^2 = 1736{,}49\ MeV$

Comme ce noyau d'uranium a 235 nucléons, l'énergie moyenne de liaison par nucléon est :

$$\frac{\Delta E_l}{A} = \frac{1736{,}49}{235} = 7{,}4\ MeV/nucléon$$

Exercice N°2 :

Calcul de l'énergie récupérée au cours de cette réaction de fusion correspond au défaut de masse.

Soit $\Delta m = 2.(2,014102) - 4,002603 = 0{,}0256u{:}m{:}a$

$$\Delta m.c^2 = \Delta E = 0,0256.931,5 = 23{,}85MeV$$

$$\Delta E = 23{,}85.10^6.1,6.10^{-19} = 38{,}15.10^{-13}J$$

On a donc la formation $de\ 4u.m.a$ de ${}_2^4He$ qui libèrent $38{,}15.10^{-13}J$

Soit $4.1,66.10^{-24}g \rightarrow 38{,}15.10^{-13}J$

donc $1g \rightarrow \frac{38{,}15.10^{-13}}{4.1{,}66.10^{-24}} = 5{,}75.10^{11}J$

Exercice N°3 :

Les équations des réactions nucléaires

a) ${}_7^{14}N + {}_2^4He \rightarrow {}_8^{17}O + {}_1^1H$

Désintégration de l'azote par bombardement α, avec émission de protons ; ces derniers peuvent aussi être écrits ${}_1^1p$.

b) ${}_4^7Be \rightarrow {}_3^7Li + {}_{+1}^0e + {}_0^0\nu$

Désintégration spontanée du béryllium 7 avec émission de positons. La nature de l'émission indique que ${}_4^7Be$ est un isotope artificiel.

c) ${}_3^6Li + {}_1^2H \rightarrow 2\ {}_2^4He$

Fission du lithium 6 par bombardement avec des noyaux de deutérium, appelés aussi deutérons.

d) ${}_{29}^{63}Cu + {}_1^1H \rightarrow {}_{30}^{63}Zn + {}_0^1n$

Désintégration du cuivre 63 par bombardement avec des protons, et émission de neutrons.

e) ${}_{14}^{31}Si \rightarrow {}_{15}^{31}P + {}_{-1}^0e + {}_0^0\bar{\nu}$

Désintégration spontanée du silicium 31 avec émission β^-.

f) ${}_1^2H + {}_1^3H \rightarrow {}_0^1n + {}_2^4He$

Fusion du deutérium et du tritium, objet d'expérimentations pour la production d'énergie sur Terre.

Exercice N°5 :

1) L'activité est : $\boldsymbol{A} = N \times \frac{m}{A} \times \frac{ln2}{T} = 4{,}61.10^{12}\ \ Bq$

2) On a : $\boldsymbol{A} = \frac{\boldsymbol{A_0}}{2^n}$ avec $\boldsymbol{n} = \frac{t}{T}$ nombre de période soit $\boldsymbol{n} = \frac{ln\frac{A_0}{A}}{ln2} = 9{,}96\ \Rightarrow t = 79{,}72\ jours$

Exercice N°6 :

Il s'agit de déterminer l'activité globale d'une certaine quantité de carbone–14 dispersée dans le corps ; si l'on considère la totalité de ce carbone–14 comme constituant une source.

➢ Masse de carbone–14 contenue dans le corps:

$$m = 75\,000\ g.0{,}20\ .1{,}3.10^{-12} = 1{,}95.10^{-8}\ g.$$

➢ Nombre d'atomes de carbone–14 contenus dans le corps:

$$N = \frac{m}{M}N_A = \frac{1{,}95.10^{-8}}{14\ g.mol^{-1}}.6{,}02.10^{23}mol^{-1} = 8{,}38.10^{14}\ (atomes)$$

➢ Constante de désintégration ($T = 5\,700\ ans$) : $\lambda = \frac{ln2}{5700} = 1{,}22.10^{-4}\ a^{-1}$

➢ Activité A:

$A = \lambda.N = 1{,}02.10^{11}$ désintégrations par an.

$A = \frac{1{,}02.10^{11}}{5{,}26.10^{5}} = \mathbf{1{,}94.10^{5}}$ désintégrations par minute.

Il se produit chaque minute, dans un corps de 75 kg, environ 200 000 désintégrations de carbone–14 (plus de 3 000 par seconde, et le carbone–14 n'est pas le seul nucléide radioactif présent dans le corps…).

Exercice N°7 :

Une masse de 400 mg de potassium correspond `a un nombre d'atomes :

$N = \frac{m}{M}N_A = \frac{400.10^{-3}}{40}.6{,}02.10^{23} = 6{,}02.10^{22}$ atomes

l'activité est donnée par $A = \lambda.N = N\ \ln 2\,/T = 11,\ 2Bq$

Exercice N°8 :

La réaction nucléaire :

$$^{32}_{15}\boldsymbol{P} \rightarrow {}^{32}_{16}\boldsymbol{S} + \boldsymbol{\beta^-} + {}^{0}_{0}\bar{\boldsymbol{\nu}}$$

Nous pouvons calculer l'activité au bout d'une semaine par l'expression suivante :

$$\mathcal{A}(0{,}5T) = \mathcal{A}_0/2^{n=t/T=1/2} = 500/\sqrt{2} = 353{,}55\ \text{MBq}.$$

Le nombre de noyaux fils dans l'échantillon est égal au nombre de noyaux de phosphore désintégrés en une semaine $(N_0 - N_{7\,j})$. Le rapport entre l'activité à l'instant t et le nombre des noyaux présents est :

$$\mathcal{A}(t) = \lambda N(t).$$

$$N_0 - N_{7\,j} = N_s = \frac{\boldsymbol{A}_0 - \boldsymbol{A}_{7\,j}}{\lambda} = \frac{\boldsymbol{A}_0 - \boldsymbol{A}_{7\,j}}{ln2}T = \frac{(500 - 353{,}55)10^6}{ln2}(14.24.60.60) = 2{,}56.10^{14}$$