



Correction (Série de TD N° 2)

Exercice 1 :

1) Lois de conservation : Toutes les réactions nucléaires vérifient les lois de conservation suivantes :

Lois de Soddy : A_ZX (noyau père) \rightarrow ${}^{A'}_{Z'}Y$ (noyau fils) + a_zp

Conservation du nombre de masse : $A = A' + a$

Conservation de la charge : $Z = Z' + z$

2), 3)

a) ${}_0^1n + {}_{92}^{235}U \rightarrow {}_{39}^{94}Y + {}_{53}^{139}I + 3.{}_0^1n$, fission nucléaire

b) ${}_1^2H + {}_1^3H \rightarrow {}_2^4He + {}_0^1n$, fusion nucléaire, émission de neutrons et désintégration particules α

c) ${}_{53}^{131}I \rightarrow {}_{52}^{131}Te + {}_{+1}^0e$, désintégration β^+ (émission d'un positon)

d) ${}_{2}^3He + {}_{2}^3He \rightarrow {}_{2}^4He + 2.{}_1^1H$, fission nucléaire, désintégration α

e) ${}_{53}^{124}I \rightarrow {}_{54}^{124}Xe + {}_{-1}^0e$, désintégration β^- (émission d'un électron)

f) ${}_{46}^{107}Pd \rightarrow {}_{47}^{107}Ag + {}_{-1}^0e$, désintégration β^- (émission d'un électron)

g) ${}_{84}^{218}Po \rightarrow {}_{82}^{214}Pb + {}_2^4He$, désintégration particules α

h) ${}_{83}^{208}Bi \rightarrow {}_{82}^{208}Pb + {}_{+1}^0e$, désintégration β^+ (émission d'un positon)

Exercice 2 :

Masse réelle du noyau : $m_{réelle} = 7,01601$ u.m.a

Masse théorique du noyau : $m_{théorique} = 4 (1,00866) + 3 (1,00727) = 7,05645$ u.m.a

1 u.m.a = $1/N_A$ g

$m_{réelle} = 7,01601/N = 1,16486.10^{-23}$ g = $1,16486.10^{-27}$

$m_{théorique} = 7,05645 / N = 1,17178.10^{-23}$ g = $1,17178.10^{-27}$ Kg

La masse réelle du noyau est inférieure à sa masse théorique, la différence Δm ou défaut de masse correspond à l'énergie de cohésion du noyau.

Défaut de masse : $\Delta m = 7,05645 - 7,01601 = 0,04044$ u.m.a = $6,71538 \cdot 10^{-29}$ Kg / noyau = $0,04044$ g / mole de noyaux

Energie de cohésion : $E = \Delta m C^2 \rightarrow E = 6,71538 \cdot 10^{-29} (3 \cdot 10^8)^2 = 6,04384 \cdot 10^{-12}$ J = $37,77$ MeV

Exercice 3 :



a)

$\Delta m = 3,01605 + 1,00783 - (2.2,0141) = -0,00432$ u.m.a

$\Delta m = -0,00432$ u.m.a / 2 atomes ou $\Delta m = -0,00432$ g / 2 moles

$\Delta E = \Delta m.C^2 = -3,89 \cdot 10^{11}$ J/2 moles

Le signe négatif indique que l'énergie est dégagée par cette réaction "exothermique".

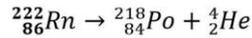
Soit $3,89 \cdot 10^{11} / 2 = 1,94 \cdot 10^{11} \text{ J / mole}$; soit $1,94 \cdot 10^{11} / 2,0141 = 9,65 \cdot 10^{10} \text{ J / g}$, soit finalement : $9,65 \cdot 10^{13} \text{ J / Kg}$.

b) Le pouvoir calorifique du charbon est de 33400 KJ/Kg

Masse de charbon équivalente : $M_C = 9,65 \cdot 10^{13} / 33400 \cdot 10^3 = 3000 \text{ tonnes environ}$

L'énergie dégagée par les processus nucléaires est beaucoup plus importante que celle dégagée par les processus chimiques ordinaires (ici $3 \cdot 10^6$ fois plus). Cela explique l'utilisation de l'énergie nucléaire malgré tous les risques potentiels.

Exercice 4 :



1) Type de réaction ; il s'agit d'une désintégration α . Il y a émission d'un noyau d'hélium au cours de la désintégration du noyau de polonium 210.

2) Perte de masse :

$$|\Delta m| = |m_{(\text{produits})} - m_{(\text{réactifs})}|$$

$$|\Delta m| = |m_{\text{Po}} + m_{\text{He}} - m_{\text{Rn}}|$$

$$|\Delta m| \approx |3,6193691 \cdot 10^{-25} + 6,64466 \cdot 10^{-27} - 3,6859160 \cdot 10^{-25}|$$

$$|\Delta m| \approx 1,00300 \times 10^{-29} \text{ kg}$$

3) Énergie produite :

$$E_{\text{produite}} = |\Delta m| \cdot c^2 = |m_{(\text{produits})} - m_{(\text{réactifs})}| \cdot c^2$$

$$E_{\text{produite}} \approx 1,00300 \cdot 10^{-29} \cdot (299792458)^2$$

$$E_{\text{produite}} \approx 9,0145 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

Exercice 5 :

1) Un curie correspond à 37 milliards de désintégrations par seconde, soit $1 \text{ Ci} = 37 \times 10^9 \text{ Bq}$

2) $A = \lambda \cdot N$ or $N = n \cdot N_A$ où n est la quantité de matière de noyaux de radium.

$$n = \frac{m}{M} \quad \text{soit} \quad A = \lambda \frac{m}{M} N_A$$

3)

$$A = \frac{1,4 \cdot 10^{-11} \cdot 1,6023 \cdot 10^{23}}{226} = 37 \cdot 10^9 \text{ Bq} \quad \text{valeur en accord avec celle obtenue en 1)}$$

Exercice 6 :

1) $\lambda = \ln 2 / T = \ln 2 / 1 = 0,693 \text{ s}^{-1}$

2) $N = A / \lambda = 11,1 \cdot 10^7 / 0,693 = 1,60 \cdot 10^8 \text{ noyaux}$

Exercice 7 :

1) $\lambda = \ln 2 / T = \ln 2 / 10 = 0,0693 \text{ s}^{-1}$

2) $A = 2 \cdot 10^7 \text{ Bq}$ (1 particule alpha émise correspond à 1 noyau de la substance désintégré)

3) $N_0 = A / \lambda = 2 \cdot 10^7 / 0,0693 = 2,89 \cdot 10^8 \text{ noyaux}$ (nombre de noyaux radioactifs à la date $t=0$)

4)

Au bout d'une période : il reste $\frac{1}{2} \cdot 2,9 \cdot 10^8$ noyaux (la moitié a disparu)

Au bout de 2 périodes : $2,9 \cdot 10^8 / 4$ noyaux.

Après 30s c'est-à-dire 3 périodes, il restera $N = N_0 / 2^3 = 3,62 \cdot 10^6 \text{ noyaux}$

5) $A = \lambda \cdot N = 2,5 \cdot 10^5 \text{ Bq} = 275 \text{ kBq}$