Nouvelle Calédonie Nov 2005 TOMOGRAPHIE

La désintégration de l'oxygène 15

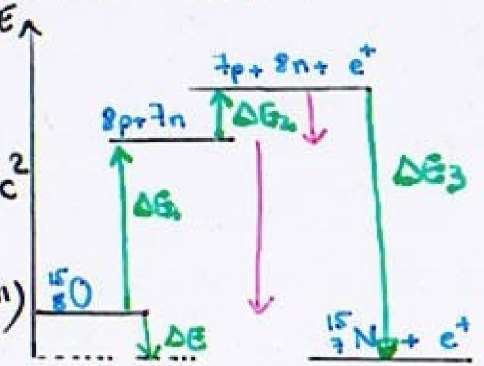
1) $^{15}_{8}O$ 8 protons + 7 neutrons.

2) $^{15}_{8}O \rightarrow ^{15}_{7}N + ^{0}_{+1}e$

3.1) E_ℓ : énergie qu'il faut fournir au noyau au repos pour le dissocier en tous ses nucléons au repos.

3.2) $\Delta E_1 = E_\ell = A \times \left(\frac{E_\ell}{A}\right)$

$\Delta E_1 = 15 \times 7{,}463 = \underline{111{,}9\ MeV}$



3.3) $\Delta E_2 = (7m_p + 8m_n + m_{e^+} - 8m_p - 7m_n)\,c^2$

$\Delta E_2 = (m_n - m_p + m_{e^+})\,c^2$

$= (1{,}67492.10^{-27} - 1{,}67262.10^{-27} + 9{,}109 \times 10^{-31}) \times (2{,}998 \times 10^8)^2$

$\Delta E_2 = 2{,}8859 \times 10^{-13}\,J = \frac{2{,}8859}{1{,}602.10^{-19}}\,(eV) = 1{,}801 \times 10^6\,eV = \underline{1{,}8\ MeV}$

3.4) D'après le diagramme des énergies :

$\Delta E_3 = -\Delta E_2 - \Delta E_1 + \Delta E.$

$\Rightarrow \Delta E = \Delta E_3 + \Delta E_1 + \Delta E_2.$

or ΔE_3 est l'opposé de l'énergie de liaison de l'atome $^{15}_{7}N$.

$\Rightarrow \Delta E_3 = -A \times \left(\frac{E_\ell}{A}\right)_N = -15 \times 7{,}699 =$

$\Rightarrow \Delta E = -15 \times 7{,}699 + 111{,}9 + 1{,}8$

$\Delta E = -1{,}8\ MeV$

C'est l'énergie libérée lors de la réaction nucléaire (2)

Utilisation de l'oxygène 15.

1. "temps de ½ vie" : c'est le temps au bout duquel la moitié des noyaux radioactifs présents initialement se sont désintégrés.

2.1. $\boxed{N(t) = N_0\, e^{-\lambda t}}$

pour $t = t_{1/2}$: $N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2} = N_0\, e^{-\lambda t_{1/2}}$

$\Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda t_{1/2}} \Rightarrow 2 = e^{\lambda t_{1/2}} \Rightarrow \lambda t_{1/2} = \ln 2.$

$\boxed{\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}}$

2.2 $\lambda = \frac{\ln 2}{123} = \underline{5{,}63 \times 10^{-3}\,s^{-1}}$

2.3 A $t = t_1$: $N(t_1) = \frac{5}{100} N_0 = N_0\, e^{-\lambda t_1}$

$\Rightarrow e^{\lambda t_1} = \frac{100}{5} = 20.$

$t_1 = \frac{\ln 20}{\lambda} = \frac{\ln 20}{5{,}63.10^{-3}} = \underline{532\,s} = 8\ min\ 52\,s.$

Donc la valeur est cohérente avec le texte : " de 8 à 10 min " entre 2 injections successives

Détection du rayon γ.

1. $^{0}_{-1}e + ^{0}_{+1}e \rightarrow 2\gamma$

2. Energie libérée : $\Delta E = \Delta m . c^2.$

or $\Delta m = m_{e^-} + m_{e^+}$

$\Delta E = (m_{e^-} + m_{e^+}) . c^2 = 2 . E_\gamma$

$\Rightarrow E_\gamma = \frac{(m_{e^-} + m_{e^+})}{2} . c^2$

A.N : $E_\gamma = \frac{\cancel{2}(9{,}109 . 10^{-31})}{\cancel{2}} \times (2{,}998 \times 10^8)^2$

$E_\gamma = 8{,}187 \times 10^{-14}\,J$

$E_\gamma = 5{,}11 \times 10^5\,eV$

$\underline{E_\gamma = 511\ keV}$ cela correspond à la valeur indiquée dans le texte