

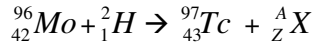
EXERCICE III. UTILISATION DE TECHNETIUM EN MEDECINE NUCLEAIRE (4 points)
Amérique du sud 11/2008 CORRECTION © <http://labolycee.org> & L.Garcia & F.Conan

1. Découverte du technétium.

1.1. Deux noyaux sont isotopes, s'ils possèdent le même nombre de protons mais des nombres de neutrons différents.

1.2.1. Au cours des réactions nucléaires, il y a conservation du nombre de charges et du nombre de nucléons.

1.2.2. Synthèse du technétium 97 en bombardant du molybdène 96 avec du deutérium :



conservation du nombre de nucléons : $96 + 2 = 97 + A$, soit $A = 1$

conservation du nombre de charges : $42 + 1 = 43 + Z$, soit $Z = 0$

La particule libérée est un **neutron**, on a ${}_{42}^{96}\text{Mo} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_{43}^{97}\text{Tc} + {}_0^1\text{n}$

2. Production actuelle du technétium 99

2.1. « le molybdène 99 se désintègre en technétium 99 » : ${}_{42}^{99}\text{Mo} \rightarrow {}_{43}^{99}\text{Tc} + {}_{-1}^0\text{e}$

Cette désintégration s'accompagne de la **libération d'un électron**, il s'agit de radioactivité de type β^- .

2.2. Calculons la variation d'énergie ΔE du système noyau de molybdène ${}_{42}^{99}\text{Mo}$:

$$\Delta E = [m({}_{43}^{99}\text{Tc}) + m({}_{-1}^0\text{e}) - m({}_{42}^{99}\text{Mo})] \cdot c^2$$

$$\Delta E = (98,88235 + 0,00055 - 98,88437) \times 1,66054 \times 10^{-27} \times (3,00 \times 10^8)^2$$

conversion masses en kg

$$\Delta E = -2,20 \times 10^{-13} \text{ J} \quad \Delta E < 0, \text{ le système cède de l'énergie au milieu extérieur.}$$

$$E_{\text{libérée}} = -\Delta E = \mathbf{2,20 \times 10^{-13} \text{ J}}$$

Conversion en MeV : $E_{\text{libérée}}(\text{MeV}) = \frac{E_{\text{libérée}}(\text{J})}{1,60 \times 10^{-13}} = \mathbf{1,37 \text{ MeV}}$

3. Scintigraphie osseuse à l'aide du technétium 99.

3.1. « temps de demi-vie » : C'est la durée au bout de laquelle, la moitié des noyaux initialement présents ont subi une désintégration.

$$3.2. A(t) = \left| \frac{dN(t)}{dt} \right| = \left| \frac{d(N_0 \cdot e^{-\lambda t})}{dt} \right| = N_0 \cdot |-\lambda \cdot e^{-\lambda t}| = N_0 \cdot \lambda \cdot e^{-\lambda t} = A_0 \cdot e^{-\lambda t} \text{ avec } A_0 = \lambda \cdot N_0.$$

$$3.3. N(t) = \frac{A(t)}{\lambda}, \text{ or } t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \text{ soit } \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

donc $N(t=0) = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot A$

$$N(t=0) = \frac{6,0 \times 3600}{\ln 2} \times 555 \times 10^6 = \mathbf{1,7 \times 10^{13} \text{ noyaux}}$$
 de technétium 99 reçus par le patient lors de l'injection.

3.4. Déterminons, l'instant pour lequel $A(t) = 0,63 \cdot A_0$ (en notant A_0 l'activité à l'instant de l'injection, $A_0 = 555 \text{ MBq}$)

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t} = 0,63 \cdot A_0$$

$$e^{-\lambda t} = 0,63$$

$$-\lambda \cdot t = \ln(0,63)$$

$$t = -\frac{\ln(0,63)}{\lambda} = -\frac{\ln(0,63)}{\frac{\ln 2}{t_{1/2}}} = -t_{1/2} \cdot \frac{\ln(0,63)}{\ln 2}$$

$$t = -6,0 \times \frac{\ln(0,63)}{\ln 2} = \mathbf{4,0 \text{ h.}}$$

Au bout de quatre heures, l'examen est terminé. **Il est 18h.**

3.5. Graphiquement pour un pourcentage de 50%, l'épaisseur de plomb est d'environ 0,4 mm.

Remarque : L'infirmière ne court aucun risque avec un protège-seringue de 5 mm, puisqu'alors la totalité des rayonnements γ est neutralisée.

