

EJERCICIOS DE DESINTEGRACIÓN RADIACTIVA

1. $\tau = 7,605$ años ; a) como $\lambda = \frac{1}{\tau}$; $\lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{7,605} = 0,131 \text{ años}^{-1}$

$$\lambda = 0,131 \text{ años}^{-1} \cdot \frac{1 \text{ año}}{365 \text{ días}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 4,17 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1}$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{4,17 \cdot 10^{-9}} = 1,66 \cdot 10^8 \text{ s} = \underline{5,27 \text{ años}}$$

b) $A = \lambda \cdot N = 4,17 \cdot 10^{-9} \cdot 3,6 \cdot 10^{18} = \underline{1,50 \cdot 10^{10} \text{ Bq}}$

2. Como $A = \lambda \cdot N$; $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{1,277 \cdot 10^9 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} = 1,72 \cdot 10^{-17} \text{ s}^{-1}$

$N = n \cdot N_A = \frac{m}{M_m} N_A = \frac{0,302}{39,10} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 4,65 \cdot 10^{21}$ átomos de potasio de estos el 0,012% son de K-40
 $N = 4,65 \cdot 10^{21} \cdot \frac{0,012}{100} = 5,58 \cdot 10^{17}$ núcleos de K-40 en un plátano.

$$A = \lambda \cdot N = 1,72 \cdot 10^{-17} \cdot 5,58 \cdot 10^{17} = \underline{9,6 \text{ Bq}}$$

3. $m_0 = 15,8 \text{ mg}$ la ley de desintegración radiactiva nos permite saber la masa que quedará al cabo de 1 año. $t = 1 \text{ año} \cdot \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$

$$m = m_0 \cdot e^{-\lambda t} ; m = m_0 \cdot e^{-\lambda t} = 15,8 \cdot e^{-1,32 \cdot 10^{-7} \cdot 3,15 \cdot 10^7} = \underline{0,246 \text{ mg}}$$

4. $T_{1/2} = 1610$ años ; $t = 120$ años ; $A = 3,45 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$; $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{1610} = 4,31 \cdot 10^{-4} \text{ años}^{-1}$

Ley de desintegración radiactiva $A = A_0 e^{-\lambda t}$; $A_0 = A \cdot e^{\lambda t}$; $\lambda = 1,37 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}$

$$A_0 = A \cdot e^{\lambda t} = 3,45 \cdot 10^{10} \cdot e^{4,31 \cdot 10^{-4} \cdot 120} = 3,633 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

$$A_0 = \lambda N_0 ; N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{3,633 \cdot 10^{10}}{1,37 \cdot 10^{-11}} = 2,65 \cdot 10^{21} \text{ núcleos de Ra-226}$$

$$m = n \cdot M_m = \frac{N}{N_A} \cdot M_m = \frac{2,65 \cdot 10^{21}}{6,022 \cdot 10^{23}} \cdot 226 = 0,995 \text{ g}$$

5. $A = 0,192 \text{ Bq}$; $N_0 = 7,22 \cdot 10^{10}$ átomos ; $T_{1/2} = 5730$ años

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{5730} = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ años}^{-1} = 3,84 \cdot 10^{-12} \text{ s}^{-1}$$

$$A_0 = \lambda \cdot N_0 = 3,84 \cdot 10^{-12} \cdot 7,22 \cdot 10^{10} = 0,277 \text{ Bq}$$

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \quad \lambda \cdot t = \ln \frac{A_0}{A} ; t = \frac{\ln(A_0/A)}{\lambda} = \frac{\ln(0,277/0,192)}{1,21 \cdot 10^{-4}} = \underline{3028 \text{ años}}$$

6. $T_{1/2} = 5,76$ años ; $N = N_0 e^{-\lambda t}$; $\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t$; $t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{N_0}{N}$; $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$; $t = \frac{T_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{N_0}{N}$

$$N = \frac{1}{4} N_0 ; \frac{N_0}{N} = 4 ; t = \frac{T_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{N_0}{N} = \frac{5,76}{\ln 2} \ln 4 = 5,76 \cdot 2 = \underline{11,52 \text{ años}}$$

7. $t = 13\text{h } 21\text{min} = 48060\text{s}$ Si se reduce un 10% quedará un 90% después de las 13h y 21 min
 $N = 0,9 \cdot N_0$; $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$; $\lambda \cdot t = \ln \frac{N_0}{N}$; $\lambda = \frac{\ln(N_0/N)}{t} = \frac{\ln(1/0,9)}{48060} = 2,19 \cdot 10^{-6} \text{s}^{-1}$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{2,19 \cdot 10^{-6}} = 3,16 \cdot 10^5 \text{s} = \underline{3,66 \text{ días}}$$

8. $m_0 = 2,58\text{g}$ $\Delta m = m_0 - m$; $m = m_0 - \Delta m = 2,58 - 1,83 = 0,75\text{g}$

$t = 44,5\text{h}$ ley de desintegración radiactiva $m = m_0 \cdot e^{-\lambda t}$

a) $\lambda t = \ln \frac{m_0}{m}$; $\lambda = \frac{\ln(m_0/m)}{t} = \frac{\ln(2,58/0,75)}{44,5} = 0,0277 \text{h}^{-1} = 7,71 \cdot 10^{-6} \text{s}^{-1}$

b) Si se desintegra el 95% quedará un 5% $N = 0,05 \cdot N_0$

$$t = \frac{\ln(N_0/N)}{\lambda} = \frac{\ln(1/0,05)}{0,0277} = 10,8 \text{h} = 3,88 \cdot 10^5 \text{s}$$

9. a) $\tau = 4,51 \cdot 10^9 \text{años}$; $N_0 = 2,6 \cdot 10^{12} \text{átomos}$; $N = 1,3 \cdot 10^{12} \text{átomos}$; $\lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{4,51 \cdot 10^9} = 2,22 \cdot 10^{-10} \text{años}^{-1}$

b) $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \tau \cdot \ln 2 = 4,51 \cdot 10^9 \cdot \ln 2 = \underline{3,126 \cdot 10^9 \text{años}}$

$T_{1/2}$ es el tiempo que tarda la muestra en reducirse a la mitad. En este caso la muestra pasa de $2,6 \cdot 10^{12} \text{átomos}$ a $1,3 \cdot 10^{12} \text{átomos}$ es decir la mitad.

También.

$$\ln(N/N_0) = -\lambda t; \quad t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{N_0}{N} = \frac{1}{2,22 \cdot 10^{-10}} \ln \left(\frac{2,6 \cdot 10^{10}}{1,3 \cdot 10^{10}} \right) = 3,126 \cdot 10^9 \text{años}$$

③b) Halla la masa atómica del uranio sabiendo que 2,5g de este elemento, del que solo el $5,07 \cdot 10^{-3}\%$ es U-234, tienen una actividad radiactiva inicial de $2,88 \cdot 10^4 \text{Bq}$. Al cabo de 100 000 años pasa a tener una actividad de $2,17 \cdot 10^4 \text{Bq}$.

Ya resuelto en el apartado a) se obtiene λ ; $\lambda = \frac{\ln(A_0/A)}{t} = \frac{\ln(2,88 \cdot 10^4 / 2,17 \cdot 10^4)}{3,15 \cdot 10^{12}} = 8,98 \cdot 10^{-14} \text{s}^{-1}$

Hallamos el número de núcleos de U-234; $A = \lambda \cdot N$; $N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{2,88 \cdot 10^4}{8,98 \cdot 10^{-14}} = 3,20 \cdot 10^{17} \text{núcleos de U-234}$
 como esta cantidad es el 0,00507% del total

$$N = \frac{3,20 \cdot 10^{17} \cdot 100}{5,07 \cdot 10^{-3}} = 6,33 \cdot 10^{21} \text{átomos de Uranio (mezclados todos los isótopos)}$$

como $n = \frac{m}{M_m}$ y $n = \frac{N}{N_A}$; $M_m = \frac{N_A}{N} m = \frac{6,022 \cdot 10^{23}}{6,33 \cdot 10^{21}} \cdot 2,5 = 238 \text{g/mol}$; $M_a = 238 \text{u}$