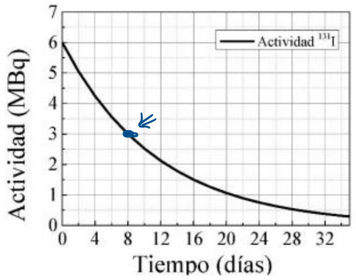
2023 MODELO B.5

En la figura se presenta la evolución temporal de la actividad de una muestra que contiene Yodo-131 (^{131}I).

a) Halle el tiempo de semidesintegración del isótopo de ^{131}I y su constante de desintegración radiactiva.

b) Calcule el número de núcleos iniciales del isótopo y la masa de ^{131}I que quedará en la muestra al cabo de 60 días.

Datos: Masa atómica del ^{131}I, M_{131-I} = 131 u; Número de Avogadro, $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$.



a) ¿$T_{1/2}$? y ¿λ? • Cogemos A_0 de la tabla $\Rightarrow A_0 = 6\,MBq = 6 \cdot 10^6\,Bq$

• Cogemos un punto más (cualquiera) de la tabla $\Rightarrow$ Cuando $t = 8$ días $\Rightarrow A = 3\,MBq = 3 \cdot 10^6\,Bq$

• $t = 8\text{ días} \cdot 24 \cdot 3600 = 691200\text{ s}$

• $A = A_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{A}{A_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{3 \cdot 10^6}{6 \cdot 10^6} = e^{-\lambda \cdot 691200} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda \cdot 691200} \Rightarrow$

$\Rightarrow \ln\frac{1}{2} = \ln e^{-\lambda \cdot 691200} \Rightarrow \ln\frac{1}{2} = -\lambda \cdot 691200 \cdot \ln e \Rightarrow \frac{\ln\frac{1}{2}}{-691200} = \lambda \Rightarrow \boxed{\lambda = 1'003 \cdot 10^{-6}\,s^{-1}}$

• $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{1'003 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow \boxed{T_{1/2} = 6{,}91 \cdot 10^5\,s}$

b) ¿N_0? ¿m con $t = 60$ días? • $t = 60\text{ días} \cdot 24 \cdot 3600 = 5{,}18 \cdot 10^6$

• $A_0 = \lambda \cdot N_0 \Rightarrow 6 \cdot 10^6 = 1{,}003 \cdot 10^{-6} \cdot N_0 \Rightarrow N_0 = \frac{6 \cdot 10^6}{1{,}003 \cdot 10^{-6}} = \boxed{5{,}98 \cdot 10^{12}\text{ núcleos}}$

• $N_0 = n \cdot N_A \Rightarrow n_0 = \frac{N_0}{N_A} = \frac{5{,}98 \cdot 10^{12}}{6{,}022 \cdot 10^{23}} = 9{,}93 \cdot 10^{-12}$ moles iniciales

• $n = \frac{m_0}{M_m} \Rightarrow m_0 = n_0 \cdot M_m = 9{,}93 \cdot 10^{-12} \cdot 131 = 1{,}3 \cdot 10^{-9}\,g$

• $m = m_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow m = 1{,}3 \cdot 10^{-9} \cdot e^{-1{,}003 \cdot 10^{-6} \cdot 5{,}18 \cdot 10^6} = \boxed{7{,}2 \cdot 10^{-12}\,g}$

2022 JULIO COINCIDENTES B.5

El periodo de semidesintegración del isótopo ^{131}I es de 8 días. Si poseemos una muestra de 10 mg de dicho isótopo, determine:

a) La vida media del isótopo y su constante de desintegración radiactiva.

b) La masa que queda sin desintegrar y la actividad, expresada en unidades del SI, a los 7 días.

Datos: Número de Avogadro, $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$; Masa atómica del ^{131}I, M_{131-I} = 130,9 u

$T_{1/2} = 8\text{ días} \cdot 24 \cdot 3600 = 6{,}91 \cdot 10^5\,s$ a) $\tau = \frac{T_{1/2}}{\ln 2} = \frac{6{,}91 \cdot 10^5}{\ln 2} = \boxed{9{,}97 \cdot 10^5\,s}$

$m_0 = 10\,mg = 10 \cdot 10^{-3}\,g$

• $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{6{,}91 \cdot 10^5} = \boxed{1{,}003 \cdot 10^{-6}\,s^{-1}}$

b) $t = 7\text{ días} \cdot 24 \cdot 3600 = 604800\,s$

• $m = m_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow m = 10 \cdot 10^{-3} \cdot e^{-1{,}003 \cdot 10^{-6} \cdot 604800} = \boxed{5{,}45 \cdot 10^{-3}\,g}$

• $n = \frac{m}{M_m} = \frac{5{,}45 \cdot 10^{-3}}{130{,}9} = 4{,}16 \cdot 10^{-5}$ moles • $N = n \cdot N_A = 4{,}16 \cdot 10^{-5} \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} = 2{,}51 \cdot 10^{19}$ núcleos

• $A = \lambda \cdot N = 1{,}003 \cdot 10^{-6} \cdot 2{,}51 \cdot 10^{19} = \boxed{2{,}52 \cdot 10^{13}\,Bq}$

2022 JULIO B.5

El isótopo de americio, ^{241}Am se ha utilizado para la fabricación de detectores de humo. Si la cantidad de americio ^{241}Am en un detector de humo en el momento de su fabricación es de 0,2 miligramos y su tiempo de vida media, τ, es de 432 años, determine:

a) El tiempo de semidesintegración del ^{241}Am y la actividad inicial del detector de humo.

b) La cantidad de ^{241}Am en el detector de humo cuando su actividad haya disminuido un 80 % respecto de su valor inicial y el tiempo transcurrido.

Datos: Masa atómica del Am, M_{Am} = 241 u; Número de Avogadro, $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$

$m_0 = 0'2\,mg = 0'2 \cdot 10^{-3}\,g$ a) $\tau = \frac{T_{1/2}}{\ln 2} \Rightarrow T_{1/2} = \tau \cdot \ln 2 = 1{,}36 \cdot 10^{10} \cdot \ln 2$

$\tau = 432\text{ años} \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 1'36 \cdot 10^{10}\,s$ $\Rightarrow \boxed{T_{1/2} = 9{,}43 \cdot 10^9\,s}$

• $n_0 = \frac{m_0}{M_m} = \frac{0'2 \cdot 10^{-3}}{241} = 8{,}3 \cdot 10^{-7}$ moles

• $N_0 = n \cdot N_A = 8,3\cdot10^{-7}\cdot 6,022\cdot10^{23} = 5\cdot10^{17}$ nuclidos.

• $\tau = \frac{1}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{1,36\cdot10^{10}} \Rightarrow \lambda = 7,35\cdot10^{-11}\ s^{-1}$ • $A_0 = \lambda\cdot N_0 = 7,35\cdot10^{-11}\cdot 5\cdot10^{17} = \boxed{3,68\cdot10^{7}\ Bq}$

b) $A = 0,2A_0 = 0,2\cdot3,68\cdot10^{7} = 7,36\cdot10^{6}$ Bq (si disminuye un 80%, entonces es un 20% del valor inicial)

¿m?

• $A = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow 0,2\cdot\cancel{A_0} = \cancel{A_0}\cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow 0'2 = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln 0'2 = \ln e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln 0'2 = -\lambda t\cdot \ln e$

$\Rightarrow t = \frac{\ln 0'2}{-\lambda} = \frac{\ln 0'2}{-7,35\cdot10^{-11}} = \boxed{2,1898\cdot10^{10}\ s}$

• $A = \lambda\cdot N \Rightarrow N = \frac{A}{\lambda} = \frac{7,36\cdot10^{6}}{7,35\cdot10^{-11}} = 1,001\cdot10^{17}$ nuclidos • $N = n\cdot N_A \Rightarrow n = \frac{N}{N_A} = \frac{1,001\cdot10^{17}}{6,02\cdot10^{23}} = 1,66\cdot10^{-7}$ moles

• $n = \frac{m}{M_m} \Rightarrow m = n\cdot M_m = 1,66\cdot10^{-7}\cdot 241 = \boxed{4\cdot10^{-5}\ g}$

2022 JUNIO COINCIDENTES B.5

El 201Tl es un isótopo utilizado para obtener imágenes del músculo cardiaco que permite detectar áreas isquémicas del corazón, y posee un periodo de semidesintegración de 73 h. La solución que se administra por vía intravenosa contiene una actividad inicial de 37 MBq por cada mililitro de solución.

a) Determine la vida media del isótopo y su constante de desintegración radiactiva.

b) Calcule el número de isótopos que quedarán en un paciente al transcurrir un día después de haberle suministrado 5 mL de solución, así como la actividad al cabo de ese tiempo.

a) • $T_{1/2} = 73h\cdot3600 = 2,63\cdot10^{5}\ s$

• $A_0 = 37\cdot10^{6}\ Bq/mL$.

① $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{2,63\cdot10^{5}} = \boxed{2,636\cdot10^{-6}\ s^{-1}}$

② $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{2,636\cdot10^{-6}} = \boxed{3,794\cdot10^{5}\ s}$

b) • $t = 1\ \text{día}\cdot24\cdot3600 = 7,56\cdot10^{4}\ s$

• $A_0 = 37\cdot10^{6}\ \frac{Bq}{mL}\cdot 5\ mL = 1,85\cdot10^{8}\ Bq$

• ¿N? ¿A?

① $A = A_0 e^{-\lambda\cdot t} = 1,85\cdot10^{8}\cdot e^{-2,636\cdot10^{-6}\cdot 7,56\cdot10^{4}}$

$\Rightarrow \boxed{A = 1,52\cdot10^{8}\ Bq}$

② $A = \lambda\cdot N \Rightarrow N = \frac{A}{\lambda} = \frac{1,52\cdot10^{8}}{2,636\cdot10^{-6}} = \boxed{5,766\cdot10^{13}\ \text{núcleos}}$

2022 JUNIO A.5

Una muestra contiene inicialmente una masa de 30 mg de ^{210}Po. Sabiendo que su período de semidesintegración es de 138,38 días, determine:

a) La vida media del isótopo y la actividad inicial de la muestra.

b) El tiempo que debe transcurrir para que el contenido de 210Po de la muestra se reduzca a 5 mg.

Datos: Masa atómica del ^{210}Po, M_{Po} = 210 u; Número de Avogadro, $N_A = 6{,}02\cdot10^{23} mol^{-1}$

a) • $m_0 = 30\ mg = 0,03 g$

• $T_{1/2} = 138,38\cdot24\cdot3600 = 1,196\cdot10^{7}\ s$

① $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{1,196\cdot10^{7}} = 5,796\cdot10^{-8}\ s^{-1}$

② $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{5,796\cdot10^{-8}} = \boxed{1,725\cdot10^{7}\ s}$

③ $n_0 = \frac{m_0}{M_m} = \frac{0,03}{210} = 1,43\cdot10^{-4}$ moles

④ $N_0 = n\cdot N_A = 1,43\cdot10^{-4}\cdot 6,02\cdot10^{23} = 8,609\cdot10^{19}$ núcleos

⑤ $A_0 = \lambda\cdot N_0 = 5,796\cdot10^{-8}\cdot 8,609\cdot10^{19} = \boxed{4,9895\cdot10^{12}\ Bq}$

b) ¿t? $m = 5\ mg = 0,005 g$ • $m = m_0\cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow 0,005 = 0,03\, e^{-5,796\cdot10^{-8} t} \Rightarrow \frac{0,005}{0,03} = e^{-5,796\cdot10^{-8} t}$

$\Rightarrow \ln 0,1667 = \ln e^{-5,796\cdot10^{-8} t} \Rightarrow \ln 0,1667 = -5,796\cdot10^{-8} t\cdot \ln e \Rightarrow \frac{\ln 0,1667}{-5,796\cdot10^{-8}} = t$

$\Rightarrow \boxed{t = 3,09\cdot10^{7}\ s}$

2022 MODELO B.5

Un trozo de madera con 25 g de carbono procedente de la rama de un árbol fue tallado para fabricar la empuñadura de un cuchillo de sílex. Esta empuñadura se encontró posteriormente en las ruinas de una ciudad antigua mostrando una actividad en ^{14}C de 5,2 Bq. Sabiendo que, en los organismos vivos, hay $1{,}3\cdot10^{-12}$átomos de ^{14}C por cada C y que el periodo de semidesintegración del ^{14}C es de 5730 años:

a) Determine la actividad que tenía el trozo de madera cuando la rama fue cortada.

b) Calcule hace cuanto tiempo fue cortada la rama.

Dato: Masa atómica del C, M_C = 12 u, Número de Avogadro, $N_A = 6{,}02\cdot10^{23} mol^{-1}$

a)

• $m_0 = 25g$ • $A = 5{,}2 Bq$ de ^{14}C • Por cada $C = 1{,}3 \cdot 10^{-12}$ átomos ^{14}C

• $T_{1/2} = 5730 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 1{,}807 \cdot 10^{11} s$

¿A_0?

① $n_0 = \frac{m_0}{M_m} = \frac{25}{12} = 2{,}083$ moles C ② $N_0 = n \cdot N_A = 2{,}083 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 1{,}254 \cdot 10^{24}$ átomos C

③ $1{,}254 \cdot 10^{24}$ át C $\cdot \frac{1{,}3 \cdot 10^{-12} \text{ át. } ^{14}C}{1 \text{ át. } C} = 1{,}63 \cdot 10^{12}$ át ^{14}C

④ $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{1{,}807 \cdot 10^{11}} = 3{,}836 \cdot 10^{-12} s^{-1}$

⑤ $A_0 = \lambda \cdot N_0 = 3{,}836 \cdot 10^{-12} \cdot 1{,}63 \cdot 10^{12} = \boxed{6{,}25 \text{ Bq}}$

b) ¿t? $A = A_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow 5{,}2 = 6{,}25\, e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{5{,}2}{6{,}25} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln 0{,}832 = \ln e^{-\lambda t}$

$\Rightarrow \ln 0{,}832 = -\lambda t \cdot \cancel{\ln e}^{1} \Rightarrow \frac{\ln 0{,}832}{-3{,}836 \cdot 10^{-12}} = t \Rightarrow \boxed{t = 4{,}795 \cdot 10^{10} s}$

2021 JULIO B.5

El patrón del kilogramo es un cilindro hecho con una aleación de platino-iridio (90 % en masa de Pt) que se encuentra en un museo de París. El platino está formado por diversos isótopos, uno de ellos, el ^{190}Pt, es radiactivo siendo su tiempo de semidesintegración de $6{,}5 \cdot 10^{11}$ años. El porcentaje del isótopo ^{190}Pt en una muestra de platino es del 0,012 % en masa.

a) Calcule la actividad inicial del patrón del kilogramo.

b) ¿Cuál será la masa final del platino ^{190}Pt que queda en el patrón del kilogramo transcurridos mil millones de años?

Datos: Masa atómica del isótopo ^{190}Pt; M_{Pt} = 189,96 u; Número de Avogadro, $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$

a) • $m = 1 Kg = 1000 g$ $m = 0{,}9 \cdot 1000 = 900 g$ Pt → M_0 ISÓTOPO $= 0{,}00012 \cdot 900 = \boxed{0{,}108 g}$

• $T_{1/2} = 6{,}5 \cdot 10^{11}$ años $\cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 2{,}05 \cdot 10^{19} s$

① $n_0 = \frac{m_0}{M_m} = \frac{0{,}108}{189{,}96} = 5{,}685 \cdot 10^{-4}$ moles ② $N_0 = n_0 \cdot N_A = 5{,}685 \cdot 10^{-4} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 3{,}42 \cdot 10^{20}$ núcleos

③ $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{2{,}05 \cdot 10^{19}} = 3{,}38 \cdot 10^{-20} s^{-1}$

④ $A_0 = \lambda \cdot N_0 = 3{,}38 \cdot 10^{-20} \cdot 3{,}42 \cdot 10^{20} = \boxed{11{,}56 \text{ Bq}}$

b) • $t = 1.000.000.000$ años $\cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 3{,}15 \cdot 10^{16} s$

• ¿m? • $m = m_0 \cdot e^{-\lambda t} = 0{,}108 \cdot e^{-3{,}38 \cdot 10^{-20} \cdot 3{,}15 \cdot 10^{16}} = \boxed{0{,}1079 g}$

2021 JUNIO COINCIDENTES B.5

El isótopo radiactivo ^{226}Ra emite una partícula a en cada proceso de desintegración. El periodo de semidesintegración de este isótopo del radio es de 1590 años.

a) Calcule su vida media y en qué porcentaje se reducirá la actividad de una cierta masa en este periodo de tiempo.

b) Si cada partícula a emitida tiene una energía de 3 MeV, calcule la energía que recibirá una persona por situarse al lado de una muestra radiactiva de ^{226}Ra de 1 mg durante diez años. Suponga que todas las partículas emitidas inciden sobre la persona por estar situada excesivamente cerca de la muestra.

Datos: Número de Avogrado, $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$; Valor absoluto de la carga del electrón, e = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$C; Masa atómica del ^{226}Ra, M_{Ra} = 226 u.

a) • 1 desintegración → 1 partícula α ① $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{5{,}01 \cdot 10^{10}} = 1{,}38 \cdot 10^{-11} s^{-1}$

• $T_{1/2} = 1590 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 5{,}01 \cdot 10^{10} s$

② $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1{,}38 \cdot 10^{-11}} = \boxed{7{,}246 \cdot 10^{10} s}$ ③ $A = A_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow A = A_0 \cdot e^{-1{,}38 \cdot 10^{-11} \cdot 7{,}246 \cdot 10^{10}}$

$\Rightarrow A = 0{,}368 A_0$

• Por tanto, si la actividad pasa a ser el 36,8 % de la actividad inicial, eso quiere decir que $\boxed{\text{se reduce un } 63{,}2\%}$

b) • 1 desintegración → 1 partícula α → 3 MeV. ① $n_0 = \frac{m_0}{M_m} = \frac{0{,}001}{226} = 4{,}425 \cdot 10^{-6}$ moles

• $m_0 = 1 mg = 0{,}001 g$ ② $N_0 = n_0 \cdot N_A = 4{,}425 \cdot 10^{-6} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 2{,}66 \cdot 10^{18}$ núcleos

• $t = 10 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 3{,}154 \cdot 10^{8} s$

③ $N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = 2{,}66 \cdot 10^{18} \cdot e^{-1{,}38 \cdot 10^{-11} \cdot 3{,}154 \cdot 10^{8}} = 2{,}648 \cdot 10^{18}$ núcleos.

④ Núcleos desintegrados $= N_0 - N = 2{,}66 \cdot 10^{18} - 2{,}648 \cdot 10^{18} = 1{,}2 \cdot 10^{16}$ núcleos $= 1{,}2 \cdot 10^{16}$ partículas emitidas α.

⑤ $E = 1{,}2 \cdot 10^{16}$ núcleos $\cdot 3$ MeV $= 3{,}6 \cdot 10^{16}$ MeV $\quad \cdot\ 3{,}6 \cdot 10^{16} \text{ MeV} \cdot \frac{10^6 \text{ eV}}{1 \text{ MeV}} \cdot \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = \boxed{5{,}76 \cdot 10^{3} \text{ J}}$

2021 JUNIO B.5

Un isótopo de una muestra radiactiva posee un periodo de semidesintegración de 5730 años.

a) Obtenga la vida media y la constante radiactiva del isótopo.

b) Si una muestra tiene $5 \cdot 10^{20}$ átomos radiactivos en el momento inicial, calcule la actividad inicial y el tiempo que debe trascurrir para que dicha actividad se reduzca a la décima parte.

a) $T_{1/2} = 5730 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 1{,}807 \cdot 10^{11}$ s $\quad$ ① $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{1{,}807 \cdot 10^{11}} = \boxed{3{,}836 \cdot 10^{-12} \text{ s}}$

② $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{3{,}836 \cdot 10^{-12}} = \boxed{2{,}607 \cdot 10^{11} \text{ s}}$

b) $\cdot\ N_0 = 5 \cdot 10^{20}$ $\quad$ ① $A_0 = \lambda \cdot N_0 = 3{,}836 \cdot 10^{-12} \cdot 5 \cdot 10^{20} = \boxed{1{,}918 \cdot 10^{9} \text{ Bq}}$

¿A_0? ¿t? $\cdot\ A = \frac{A_0}{10}$

② $A = A_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{\cancel{A_0}}{10} = \cancel{A_0} \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{1}{10} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln \frac{1}{10} = \ln e^{-\lambda t}$

$\rightarrow \ln \frac{1}{10} = -\lambda t \cdot \ln e \Rightarrow \ln \frac{1}{10} = -3{,}863 \cdot 10^{-12}\, t \Rightarrow t = \frac{\ln \frac{1}{10}}{-3{,}863 \cdot 10^{-12}} = \boxed{5{,}9606 \cdot 10^{11} \text{ s}}$

2021 MODELO B.5

El tecnecio 99 es un isótopo radiactivo que se emplea en radiodiagnóstico en Medicina y que tiene un período de semidesintegración de 6 horas. Determine:

a) La constante de desintegración radiactiva.

b) La cantidad de tecnecio 99 en gramos que hay que suministrar a un paciente de 70 kg si la dosis recomendada es de 10 MBq por kg de masa.

Datos: Número de Avogrado, $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$; Masa atómica del ^{99}Tc, M_{Tc} = 99 u.

a) $T_{1/2} = 6 \cdot 3600 = 2{,}16 \cdot 10^4$ s $\quad \cdot\ T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{2{,}16 \cdot 10^4} = \boxed{3{,}239 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}}$

b) ¿m_0? $\quad$ ① Dosis $= \frac{10 \text{ MBq}}{\text{Kg}} \cdot 70 \text{ Kg} = 700 \text{ MBq} = 700 \cdot 10^6 \text{ Bq} \Rightarrow A_0 = 700 \cdot 10^6$ Bq

② $A_0 = \lambda \cdot N_0 \Rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{700 \cdot 10^6}{3{,}239 \cdot 10^{-5}} = 2{,}16 \cdot 10^{13}$ núcleos. $\quad$ ③ $N_0 = n_0 \cdot N_A \Rightarrow n_0 = \frac{N_0}{N_A} = \frac{2{,}16 \cdot 10^{13}}{6{,}02 \cdot 10^{23}} = 3{,}588 \cdot 10^{-11}$ moles

④ $n_0 = \frac{m_0}{M_m} \Rightarrow m_0 = n_0 \cdot M_m = 3{,}588 \cdot 10^{-11} \cdot 99 = \boxed{3{,}552 \cdot 10^{-9} \text{ g}}$

2020 SEPTIEMBRE A.5

Para obtener imágenes del corazón se utiliza el isótopo ^{201}Tl del talio, que emite rayos gamma tras su desintegración, con un período de semidesintegración de 3,04 días. Para una correcta visualización de los tejidos cardíacos se recomienda inyectar una dosis de 0,9 MBq kg^{-1}.

a) Obtenga la constante de desintegración radiactiva del isótopo. Determine la cantidad de ^{201}Tl, expresada en gramos, recomendada para diagnosticar a un paciente de 75 kg.

b) Calcule el tiempo necesario para que el nivel de actividad se reduzca a un 1% respecto a la actividad inicial.

Datos: Número de Avogrado, $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$; Masa atómica del ^{201}Tl, M_A = 201 u.

a) $\cdot\ T_{1/2} = 3{,}04 \cdot 24 \cdot 3600 = 2{,}627 \cdot 10^5$ s $\quad$ ① $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{2{,}627 \cdot 10^5} = \boxed{2{,}639 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}}$

$\cdot$ Dosis $= 0{,}9$ MBq/Kg $= 0{,}9 \cdot 10^6$ Bq/Kg

② $A_0 = 0{,}9 \cdot 10^6 \frac{\text{Bq}}{\text{Kg}} \cdot 75 = 6{,}75 \cdot 10^7$ Bq $\quad$ ③ $A_0 = \lambda \cdot N_0 \Rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{6{,}75 \cdot 10^7}{2{,}639 \cdot 10^{-6}} = 2{,}558 \cdot 10^{13}$ núcleos

④ $N_0 = n_0 \cdot N_A \Rightarrow n_0 = \frac{N_0}{N_A} = \frac{2{,}558 \cdot 10^{13}}{6{,}02 \cdot 10^{23}} = 4{,}249 \cdot 10^{-11}$ moles

⑤ $n_0 = \frac{m_0}{M_m} \Rightarrow m_0 = n_0 \cdot M_m = 4{,}249 \cdot 10^{-11} \cdot 201 = \boxed{8{,}541 \cdot 10^{-9} \text{ g}}$

b) ¿t? $\quad A = 0{,}01 A_0$ (¡CUIDADO! No confundas con REDUCIRSE EN 1%.)

$A = A_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow 0{,}01 A_0 = A_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow 0{,}01 = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln 0{,}01 = \ln e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln 0{,}01 = -\lambda t \cdot \ln e$

$\Rightarrow \frac{\ln 0{,}01}{-\lambda} = t \Rightarrow t = \frac{\ln 0{,}01}{-2{,}639 \cdot 10^{-6}} = \boxed{1{,}745 \cdot 10^{6} \text{ s}}$

2020 JULIO COINCIDENTES A.5

Una muestra de material radiactivo tiene una actividad inicial de $4{,}59 \cdot 10^{12}$ Bq. Sabiendo que el tiempo de semidesintegración del material es de 8 días, calcule:

a) La vida media del material.

b) El número de núcleos radiactivos iniciales presentes en la muestra.

a) $\cdot A_0 = 4{,}59 \cdot 10^{12}\ Bq$

$\cdot T_{1/2} = 8 \cdot 24 \cdot 3600 = 6{,}912 \cdot 10^5 s$

① $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{6{,}912 \cdot 10^5} = 1{,}003 \cdot 10^{-6}\ s^{-1}$

② $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1{,}003 \cdot 10^{-6}} = \boxed{9{,}97 \cdot 10^5 s}$

b) ¿No? $A_0 = \lambda \cdot N_0 \Rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{4{,}59 \cdot 10^{12}}{1{,}003 \cdot 10^{-6}} = \boxed{4{,}576 \cdot 10^{18} \text{ núcleos}}$

2020 JULIO A.5

Se tienen dos fuentes radiactivas cuya actividad a día de hoy es la misma. Se sabe que dentro de 10 años la actividad de la primera fuente será el doble que la de la segunda. Determine:

a) La diferencia $\lambda_1 - \lambda_2$, que existe entre las constantes de desintegración de ambas fuentes.

b) La relación entre las actividades de dichas fuentes dentro de 20 años.

a) 1ª FUENTE: A_{01} — 2ª FUENTE: A_{02}

$\cdot$ Como $A_{01} = A_{02} \Rightarrow A_0$

$\cdot$ Dentro de 10 años $\Rightarrow A_1 = 2A_2$

$\cdot\ t = 10 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 3{,}1536 \cdot 10^8 s$

① $\left.\begin{array}{l} A_1 = A_0 e^{-\lambda_1 \cdot t} \Rightarrow 2A_2 = A_0 \cdot e^{-\lambda_1 \cdot t} \\ A_2 = A_0 e^{-\lambda_2 t} \Rightarrow A_2 = A_0 \cdot e^{-\lambda_2 \cdot t} \end{array}\right\}$

② $\frac{2\cancel{A_2}}{\cancel{A_2}} = \frac{\cancel{A_0} \cdot e^{-\lambda_1 t}}{\cancel{A_0} \cdot e^{-\lambda_2 \cdot t}} \Rightarrow 2 = e^{-\lambda_1 t + \lambda_2 t} \Rightarrow \ln 2 = \ln e^{-\lambda_1 t + \lambda_2 t} \Rightarrow \ln 2 = (-\lambda_1 t + \lambda_2 t) \cdot \ln e$

$\Rightarrow \ln 2 = (-\lambda_1 + \lambda_2) t \Rightarrow \lambda_2 - \lambda_1 = \frac{\ln 2}{t} = \frac{\ln 2}{3{,}1536 \cdot 10^8} = \boxed{2{,}198 \cdot 10^{-9}\ s^{-1}}$

b) $t = 20 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 6{,}3072 \cdot 10^8 s$

$\left.\begin{array}{l} A_1 = A_0 \cdot e^{-\lambda_1 \cdot t} \\ A_2 = A_0 \cdot e^{-\lambda_2 \cdot t} \end{array}\right\} \frac{A_1}{A_2} = \frac{\cancel{A_0} \cdot e^{-\lambda_1 t}}{\cancel{A_0}\ e^{-\lambda_2 t}} \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = e^{-\lambda_1 t + \lambda_2 t} \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = e^{t(-\lambda_1 + \lambda_2)}$

$\Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = e^{6{,}3072 \cdot 10^8 \cdot 2{,}198 \cdot 10^{-9}} \Rightarrow \boxed{\frac{A_1}{A_2} = 4}$

2020 MODELO B.5

Un isótopo radiactivo utilizado en medicina nuclear tiene una vida media de 6 h. Si se inyectara inicialmente a un paciente una cantidad de 1 mg de dicho isótopo:

a) Calcule el periodo de semidesintegración del isótopo y la masa que queda en el paciente al cabo de un día.

b) Defina qué es un becquerel y obtenga la actividad de la muestra a las 24 h.

Datos: Número de Avogadro, $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$; Masa atómica del isótopo, M = 98,90 u

a) $\tau = 6 \cdot 3600 = 2{,}16 \cdot 10^4 s$

$m_0 = 1 mg = 0{,}001 g$

① $\tau = \frac{1}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{2{,}16 \cdot 10^4} = 4{,}6296 \cdot 10^{-5}\ s^{-1}$

② $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{4{,}6296 \cdot 10^{-5}} = \boxed{1{,}4972 \cdot 10^4 s}$

$\cdot\ t = 1$ día $= 24 \cdot 3600 = 8{,}64 \cdot 10^4 s$

③ $m = m_0 \cdot e^{-\lambda t} = 0{,}001 \cdot e^{-4{,}6296 \cdot 10^{-5} \cdot 8{,}64 \cdot 10^4} = \boxed{1{,}8316 \cdot 10^{-5} g}$

b) El Bequerel es el número de desintegraciones por segundo y es la unidad en el sistema Internacional de la actividad.

$\cdot\ t = 24 \cdot 3600 = 8{,}64 \cdot 10^4 s$

① $n = \frac{m}{M_M} = \frac{1{,}8316 \cdot 10^{-5}}{98{,}9} = 1{,}8514 \cdot 10^{-7}$ moles

② $N = n \cdot N_A = 1{,}8514 \cdot 10^{-7} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 1{,}1145 \cdot 10^{17}$ núcleos

③ $A = \lambda \cdot N = 4{,}6296 \cdot 10^{-5} \cdot 1{,}1145 \cdot 10^{17}$

$\boxed{A = 5{,}1598 \cdot 10^{12}\ Bq}$