1 PROBLEMAS DE FÍSICA

1.2. a) Deduzca a partir de la ley de desintegración de núcleos radiactivos la relación que existe entre la constante radiactiva y el período de semidesintegración.
b) La actividad de una muestra de madera recién cortada es 1000 Bq y la de una muestra fosilizada de la misma es 100 Bq. ¿Cuál será la edad de la muestra radiactiva?. El período de semidesintegración del radioisótopo carbono-14 es 5.736 años.
c) Defina y calcule la vida media de un gramo de muestra de carbono-14 que presenta una actividad de 3 núcleos/minuto.

a) La ley de desintegración radiactiva es indica que el número de núcleos presente disminuye de manera exponencia, siendo λ la constante radiactiva

$$N=N_0\cdot e^{-\lambda t}$$

El período de semidesintegración, $T_{½}$ es el tiempo asociado a que el número de núcleos se reduzca a la mitad, por lo que

$$\frac{N_0}{2}=N_0\cdot e^{-\lambda T_{½}}\Rightarrow \ln\frac{1}{2}=-\lambda T_{½}\Rightarrow T_{½}=\frac{\ln(2)}{\lambda}$$

b) Utilizamos la ley de desintegración radiactiva para la actividad, y la expresamos en función del período de semidesintegración $A=A_0\cdot e^{-\lambda t}=A_0\cdot e^{\frac{-t}{\tau}}=A_0\cdot 2^{\frac{-t}{T_{½}}}$

$$100=1000\cdot 2^{\frac{-t}{5736}}\Rightarrow \ln\left(\frac{100}{1000}\right)=\frac{-t}{5736}\cdot\ln(2)\Rightarrow t=-5736\cdot\frac{-\ln(10)}{\ln(2)}=19056\,años$$

c) La vida media es el promedio estadístico de vida de una partícula antes de desintegrarse. Es el tiempo que tarda un núcleo elegido al azar en desintegrarse. Es el inverso de la constante radiactiva

$$\tau=\frac{1}{\lambda}$$

Para N núcleos, la vida promedio es el promedio de vida de N núcleos antes de desintegrarse, por lo que es $\tau_N=\frac{N}{\lambda}=\tau N=\frac{T_{½}}{\ln(2)}N$

Se pide para "1 g de muestra de carbono-14 que presenta una actividad de 3 núcleos/minuto"
La actividad es A=3/60=0,05 Bq, y por definición $A=\lambda N=N\cdot\ln(2)/T_{½}$
No puede ser que todo el gramo sea C-14, ya que habría $N=(1/14)\cdot 6{,}022\cdot 10^{23}=4{,}3\cdot 10^{22}$ núcleos, y la actividad sería $A=4{,}3\cdot 10^{22}\cdot\ln(2)/(5736\cdot 365\cdot 24\cdot 3600)=1{,}65\cdot 10^{11}$ Bq.
En base a la actividad el número de núcleos presente es $0{,}05=N\cdot\ln(2)/(5736\cdot 365\cdot 24\cdot 3600)\rightarrow$ $N=1{,}3\cdot 10^{10}$ núcleos

Por lo tanto $\tau_{1gC-14}=\frac{5736}{\ln(2)}1{,}3\cdot 10^{10}=1{,}076\cdot 10^{14}\,años$