

Física del Interior Terrestre

Trabajo Práctico 3

2020

1. Algunos isótopos radiactivos (padres) se convierten a través de un decaimiento simple en isótopos estables (hijos), de acuerdo con una determinada constante de decaimiento λ . Esto ocurre, por ejemplo, en los decaimientos de ^{87}Rb a ^{87}Sr , y de ^{147}Sm a ^{143}Nd . La tasa a la cual decae un isótopo radiactivo (N_p) está relacionada con la cantidad de isótopos presentes y está dada por

$$\frac{dN_p}{dt} = -\lambda N_p \quad (1)$$

- a) Encontrar una expresión para el tiempo de vida medio ($t_{1/2}$) y la vida promedio (τ) de un isótopo radiactivo.
- b) A partir de la Ec. (1) demostrar que, si para el tiempo $t = 0$ no hay isótopos hijos en la muestra, la relación entre el número actual de isótopos hijos (N_h) y de isótopos padres (N_p) permite estimar el tiempo transcurrido mediante la relación

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \left(1 + \frac{N_h}{N_p} \right). \quad (2)$$

- c) ¿Con qué evento se corresponde el tiempo $t = 0$ que nos permitiría determinar la Ec. (1) en el caso de la datación de una roca?
- d) ¿Qué inconvenientes prácticos posee el procedimiento de datación propuesto en este ejercicio?
2. El decaimiento de ^{87}Rb a ^{87}Sr se produce de acuerdo con una constante de decaimiento $\lambda = 1,42 \times 10^{-11}/\text{año}$.

- a) Considerando que los átomos de ^{86}Sr son estables y no-radiogénicos, demostrar que la relación actual entre los isótopos de ^{87}Sr y de ^{86}Sr satisface la siguiente relación

$$\frac{[^{87}\text{Sr}]_{\text{actual}}}{[^{86}\text{Sr}]_{\text{actual}}} = \frac{[^{87}\text{Sr}]_0}{[^{86}\text{Sr}]_0} + \frac{[^{87}\text{Rb}]_{\text{actual}}}{[^{86}\text{Sr}]_{\text{actual}}} (e^{\lambda t} - 1), \quad (3)$$

donde $[^{87}\text{Sr}]_0$ y $[^{86}\text{Sr}]_0$ son las cantidades originales de isótopos presentes en la muestra.

- b) La Ec (2) permite determinar la edad t de una muestra a partir de las relaciones actuales de $[^{87}\text{Sr}]_{\text{actual}}/[^{86}\text{Sr}]_{\text{actual}}$ y de $[^{87}\text{Rb}]_{\text{actual}}/[^{86}\text{Sr}]_{\text{actual}}$. ¿Se podría utilizar este procedimiento para datar adecuadamente rocas jóvenes?

3. En la Tabla 1 se listan las composiciones isotópicas de estroncio-rubidio de distintas muestras tomadas de una roca metamórfica y de una roca sedimentaria. Estimar la edad de la roca y su relación inicial de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ para cada roca.

Gneis		Shale	
$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
0.221	0.712	18.0	0.784
0.751	0.741	14.0	0.769
1.005	0.751	9.4	0.750
1.857	0.806	5.7	0.733
2.519	0.828	2.0	0.716
3.183	0.868		

Tabla 1: Composiciones isotópicas de estroncio-rubidio de diferentes muestras tomadas de un gneiss y de un shale

4. Se estima que actualmente la masa de ^{238}U presente en el interior terrestre es de aproximadamente 13.15×10^{16} kg, mientras que la masa de ^{232}Th es de aproximadamente 47.2×10^{16} kg. El 70 % de estos elementos radiactivos se encuentran en el manto. Las constantes de decaimiento para el ^{238}U y el ^{232}Th tienen valores de 1.55×10^{-10} 1/año y 4.94×10^{-11} 1/año respectivamente. Por cada decaimiento es liberada una energía $E = 47,7$ MeV en el caso del ^{238}U y una energía $E = 40,5$ MeV en el caso del ^{232}Th .
- ¿Cuanta energía es entregada al manto por estos elementos radiactivos en un período de tres meses?
 - ¿Cuál era la masa de ^{238}U que había en la Tierra hace 2000 millones de años atrás?