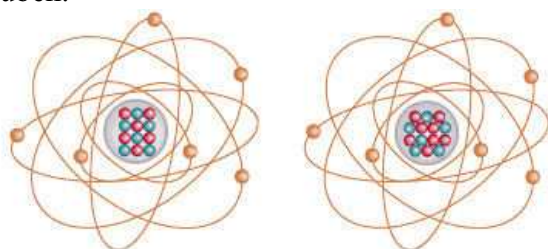


CARBONO, FÓSILES Y LOGARITMOS

El carbono-14, ^{14}C , es un isótopo del carbono, descubierto en 1940 por Martin Kamen y Sam Ruben.



Carbono 12
estable

Carbono 14
inestable (radiactivo)

Su núcleo contiene 6 protones y 8 neutrones. En 1949 Willard Libby y su equipo de la Universidad de Chicago determinaron un valor para el periodo de semidesintegración de este isótopo de 5568 años. (El periodo de semidesintegración, es el tiempo necesario para que se desintegren la mitad de los núcleos de una muestra inicial de una sustancia radiactiva.) Determinaciones posteriores produjeron un valor de 5760 años. Debido a su presencia en todos los materiales orgánicos, el carbono-14 se emplea en la datación de restos orgánicos, tales como: huesos, madera, fibras vegetales que fueron creadas en un pasado relativamente reciente por actividades humanas.



En 1960, Willard Libby fue premiado con el Premio Nobel de Química por su método de datación mediante el carbono-14.

Se sabe que a los 5760 años de la muerte de un ser vivo la cantidad de C-14 en sus restos fósiles se ha reducido a la mitad. ¿Puede el lector determinar cuánto quedará tras 57.600 años?

El método de datación por carbono-14 es la técnica basada en isótopos más fiable para conocer la edad de muestras orgánicas de menos de 60.000 años. El carbono-14 se produce continuamente en la atmósfera. Pero es inestable, por lo que se transforma espontáneamente en nitrógeno-14. Estos procesos de generación y degradación de Carbono-14 se encuentran prácticamente equilibrados, de manera que el isótopo se encuentra homogéneamente mezclado con los átomos no radiactivos en el dióxido de carbono de la atmósfera y en una proporción constante.



Durante la fotosíntesis, las plantas incorporan átomos radiactivo, de manera que la proporción $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ en éstas es similar a la atmosférica. Los animales incorporan, por ingestión, el carbono de las plantas. Ahora bien, tras la muerte de un organismo vivo no se incorporan nuevos átomos de ^{14}C a los tejidos, y la concentración del isótopo va decreciendo conforme va transformándose en ^{14}N .



Así pues, al medir la cantidad de radiactividad en una muestra de origen orgánico, se calcula la cantidad de ^{14}C que aún queda en el material. Y a partir de ahí la antigüedad estimada del fósil. La fórmula es la siguiente:

$$t = \frac{T_{1/2}}{-\ln 2} \cdot \ln\left(\frac{N_f}{N_0}\right)$$

N_0 : cantidad de ^{14}C original del fósil (al morir).
 N_f : cantidad de ^{14}C final del fósil (al encontrarlo). Por tanto, N_f/N_0 es la proporción de ^{14}C que le queda respecto a la que tenía en el momento de morir, suele medirse en tanto por ciento.

$T_{1/2}$: periodo de semidesintegración del ^{14}C .

t: tiempo estimado de antigüedad del fósil.



Sabiendo la diferencia entre la proporción de ^{14}C que debería contener un fósil si aún estuviese vivo (semejante a la de la atmósfera en el momento en que murió) y la que realmente contiene, se puede conocer la fecha de su muerte de forma bastante exacta. Para medir la cantidad de ^{14}C restante en un fósil, los científicos incineran un fragmento pequeño para convertirlo en gas de dióxido de carbono. Se utilizan contadores de radiación para detectar los electrones emitidos por el decaimiento de ^{14}C en nitrógeno. La cantidad de ^{14}C se compara con la de ^{12}C , forma estable del carbono, para determinar la cantidad de radiocarbono que se ha desintegrado y así datar el fósil.

Veamos dos ejemplos de la utilización de esta fórmula. Se ha encontrado un fósil con un

10% de ^{14}C en relación con una muestra viva, entonces el fósil tendría una antigüedad de aproximadamente 19.138 años.

Sustituimos y resolvemos

$$t = \frac{T_{1/2}}{-\ln 2} \cdot \ln\left(\frac{N_f}{N_0}\right) = \frac{5760}{-0'693} \cdot (\ln 0'10) = 19.138 \quad \text{Si}$$

tenemos una muestra con 60 gr de ^{14}C , ¿cuánto habrá en el fósil dentro de 8.000 años?

$$t = \frac{T_{1/2}}{-\ln 2} \cdot \ln\left(\frac{N_f}{N_0}\right) = \frac{5760}{-0'693} \cdot \left(\ln \frac{N_f}{60}\right) = 8.000$$

Despejando: $N_f = 22'91$ gr.

En la práctica, la datación se complica porque la concentración atmosférica de ^{14}C ha variado sustancialmente a lo largo del tiempo. Esto hace que se necesite saber no sólo la cantidad de ^{14}C que queda en la muestra fósil, sino también la concentración atmosférica que existía en el momento de su muerte.

Se conocen, más o menos con exactitud, las variaciones de ^{14}C habidas en los últimos 11.800 años gracias a la dendrocronología, es decir, al análisis de la madera de los anillos (cuyas edades conocemos por conteo) de series solapadas de troncos de árboles vivos y fósiles de Europa.



Más allá los datos son más pobres e imprecisos y no pueden basarse en el estudio de árboles fósiles, aunque recientemente ha surgido la esperanza de poder hacerlo con unos enormes árboles fósiles neozelandeses denominados kauri, que pueden vivir hasta mil años, y que se han encontrado enterrados en antiguas marismas.

La mayor polémica en que se ha visto envuelto este método ha sido debida a la datación del sudario de Turín en el siglo XIV, y, por consiguiente, no pudo envolver a Jesús.