

DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE UN ÁTOMO, PARA EL ANÁLISIS DE DATACIÓN

CINVESTAV UNIDAD MONTERREY

06 DE OCTUBRE DE 2022

CARLOS ALBERTO CULEBRO GAMBOA



BIOLOGÍA MATEMÁTICA

DR. MOISES SANTILLAN

Introducción

El decaimiento radiactivo fue generado a partir del estudio de la radiactividad, el cual fue descubierta en el año 1896 por A. H. Becquerel, quien a partir de la fluorescencia de uranio pudo deducir dicha acción en los elementos químicos y de su desintegración radioactiva en los átomos, ya que estos se dan de forma natural en la tierra, generando una nueva fuente de calor. A partir de ello se pudo generar el análisis del comportamiento, deduciendo así el decaimiento del núcleo de los elementos que son radioactivos, esto conforme a la cinética de primer orden. El decaimiento radiactivo se puede derivar de las leyes de velocidad, la radiactividad es un fenómeno que podemos encontrar en la vida diaria, ya que esta es generada de forma natural, cualitativamente podemos describir que en este proceso un núcleo atómico es desintegrado, y se manifiesta en núcleos as inestables, esto quiere decir que es más fácil que ocurre en elementos en donde su proporcionalidad entre el número de protones y el de neutrones no es energéticamente optima así que la fuerza que se ejerce en la interacción nuclear no es capaz de poder mantener al núcleo unido, siendo este lugar donde se lleva a cabo dicho proceso; este proceso ocurre de forma periódica estadísticamente hablando, y es diferente para cada tipo de isotopo de cada elemento, siendo estos difíciles de poder alterar.

Con lo antes mencionado podemos distinguir 3 tipos generales de decaimiento radiactivos, en donde todas tienen una gran capacidad para poder liberar cantidades enormes de energía, como, por ejemplo:

- Decaimiento Alpha: emisión de un núcleo de helio. Y podemos encontrarlo en elementos más pesados que el bismuto, ocurriendo así un desprendimiento del núcleo de helio.
- Decaimiento beta: este es representado en aquellos núcleos que mantienen un peso atómico menor al del bismuto, en donde los protones y neutrones resultan inestables.
- Des-excitación gamma: en este proceso ocurre la liberación de un fotón de alta densidad. Donde no se altera la composición del núcleo, y solo ocurre en núcleos con nivel energético excitado.

Dado a estos procesos analíticos se pudo dar pauta a la determinación del fechamiento o datación radiactivo, pudiendo determinar la edad de algunos hallazgos históricos encontrados en la actualidad, determinando la cronología de tiempos o sucesos en la tierra. A principios del siglo XX la única forma para poder determinar la datación histórica fue mediante un conjunto de técnicas observacionales y de acciones en laboratorio, pudiendo generar una cronología relativa que daba patrón a dar un estimativo a la datación del analito. Dicho proceso actualmente es realizado mediante un proceso llamado datación absoluta, la cual es complementaria en una forma reciproca con la primera (datación relativa-datación absoluta). A diferencia de la datación relativa, la absoluta utiliza técnicas radiométricas, en donde todos recaen en que algunos isotopos radioactivos inestables, decaen en isotopos estables a cierta velocidad constante; permitiendo así el poder cuantificar la edad absoluta.

Una vez tomado el análisis experimental como fundamento teórico y práctico podremos determinar si la molécula detectada en este experimento podrá cubrir y fungir como un isotopo capaz de cuantificar la edad de algunas rocas, que como bien se sabe es una parte fundamental para poder formular la cronología de historia de la tierra.

Metodología

Para poder llevar a cabo la datación tomaremos una muestra de rocas, en la cual nos basaremos en determinar si este nuevo compuesto radioactivo puede determinar una fecha exacta de longevidad de la roca, el número de átomos presentes que encontraremos en la muestra será el mismo, pero existen algunos nuevos átomos de uno o diversos elementos, esto generado por el proceso de la generación de isotopos, en donde los establecidos darán paso a los generados. Una vez determinada esa cantidad procederemos a calcular el tiempo en el cual fue formada dicha muestra. En este caso tendremos que analizar un material X el cual contiene ciertos átomos de vida media larga, con la intención de poder determinar si dicha molécula radioactiva podrá servir para la datación en muestras siguientes. Dicha edad determinada podrá ser considerada correcta o aceptable ya que será correlacionado con la razón de

decaimiento de la molécula radioactiva derivado a que esta mantiene su razón de decaimiento de forma constante todo el tiempo, las muestras a las que se les calculara el valor de datación serán consideradas en condiciones ideales ya que podrían sufrir algún tipo de alteración de forma molecular al someterse a cambios de presión y temperatura extremas. El proceso que se genera en el decaimiento será generado por las emisiones de los rayos ya sean alfa, beta o gama. Este proceso ocurre en el interior del núcleo y no puede ser modificado de manera externa, el núcleo de la molécula realiza su proceso de forma natural, ignorando condiciones como presión, temperatura o carga eléctrica por mencionar algunos.

Aunque sería imposible el poder determinar cuándo un átomo podrá realizar un cambio, podremos deducir que la razón del decaimiento podrá ser considerado constante, ya que hablamos de un sistema global de átomos. Debido a ello podemos decir que:

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N \quad \therefore \quad N = N_0 e^{-\lambda t}$$

Derivado a ello realizaremos el proceso de simulación mediante JULIA® mediante el cual podremos encontrar los resultados y la correlación que existe entre el decaimiento de esta nueva molécula radioactiva y la datación de muestras.

```

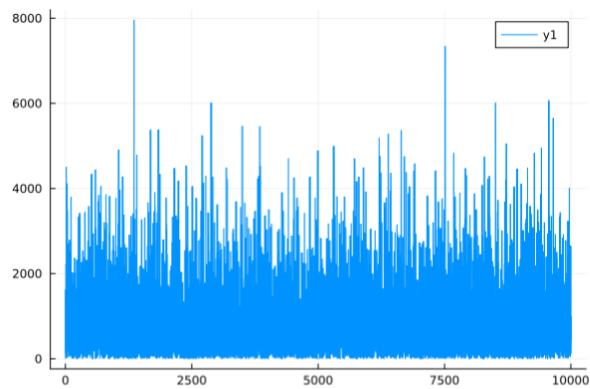
N = 10000
Pinit = 10000
dp = 1.0 / 800
x = zeros(N, Pinit)
x[1, :] = 1
i = 2
while ((i < N) && (sum(x[i-1, :]) > 0))
    y = rand(Pinit)
    idx = findall(y .< dp)
    x[i, :] = x[i-1, :]
    x[i, idx] = 0
    i += 1
end

lifeTimes = sum(x, dims=1)

1×10000 Matrix{Float64}:
 12.0  969.0  340.0 1046.0  508.0 ... 1324.0 2650.0 115.0 433.0 978.0

plot(lifeTimes[1, :])

```



```
10 * mean(lifeTimes[1, :])
```

7988.598

Una vez determinado el tiempo promedio de vida mediante el programa generado anteriormente, procedemos a determinar λ mediante:

$$\langle t \rangle = \frac{1}{\lambda} \quad \therefore \quad \lambda = \frac{1}{\langle t \rangle}$$

$$\lambda = \frac{1}{7988.598} = 0.00012518$$

En consecuente tenemos que

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

$$\therefore \quad \frac{N(t)}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

$$\ln\left(\frac{N(t)}{N_0}\right) = \ln(e^{-\lambda t})$$

$$\ln\left(\frac{N(t)}{N_0}\right) = -\lambda t$$

Los valores experimentales obtenidos en laboratorio fueron los siguientes:

	N/N_1
1	0.286 – 0.287
2	0.081 – 0.082
3	0.001 – 0.002

Y a partir de ello podemos encontrar la datación mediante la ecuación antes escrita.

$$t = \frac{\ln\left(\frac{N(t)}{N_0}\right)}{-\lambda}$$

Para los valores de la fila 1 tenemos que:

$$t = \frac{\ln(0.286)}{-0.00012518} = 9,999.71 \text{ años} \quad t = \frac{\ln(0.287)}{-0.00012518} = 9,971.83 \text{ años}$$

Para los valores de la fila 2 tenemos que:

$$t = \frac{\ln(0.081)}{-0.00012518} = 20,077.54 \text{ años} \quad t = \frac{\ln(0.082)}{-0.00012518} = 19,979.51 \text{ años}$$

Para los valores de la fila 3 tenemos que:

$$t = \frac{\ln(0.001)}{-0.00012518} = 55,182.58 \text{ años} \quad t = \frac{\ln(0.002)}{-0.00012518} = 49,645.38 \text{ años}$$

	N/N_1	t	Δt
1	0.286 – 0.287	9,999.71 – 9,971.83	27.88
2	0.081 – 0.082	20,077.54 – 19,979.51	98.03
3	0.001 – 0.002	55,182.58 – 49,645.38	5,537.2

¿Por qué crece la incertidumbre al aumentar la edad de la muestra si la incertidumbre en la cantidad de material radiactivo se mantiene constante?

Conclusión

Para poder llevar a cabo la datación radiométrica, podemos entender que esto está basado principalmente en el decaimiento radioactivo, y como antes mencionamos es un proceso por el cual un isótopo específico de un átomo X se convierte en otro a un ritmo ya conocido y constante, en la mayor parte de los elementos se encuentran diferentes formas que tienden a comportarse de manera idéntica en aspectos químicos, pero difieren en un aspecto físico como lo es el número de partículas neutras dentro de su núcleo o dicho en otras palabras, contiene una cantidad mayor de neutrones dentro de su propio núcleo, generando los isótopos, al tener una cantidad mayor de neutrones su *asa* cambia respecto al átomo original, y para cuantificar su abundancia, puede ser determinada en un espectrómetro de masas. De esta forma podemos decir que el decaimiento radioactivo se puede ver desde la perspectiva del laboratorio por, un medidor de radiaciones, y un espectrómetro de masas. Una vez realizado todo el procedimiento analítico podemos determinar que dicha molécula radiactiva es funcional para la determinación del fechamiento de algunas muestras en específico, siendo esta una alternativa más para poder encontrar el tiempo de vida de ciertas muestras, tomando como comparativo al Carbono¹⁴, podemos ver que se tiene una similitud en los resultados que se obtuvieron con este analito.

Bibliografía

- Brian J. Skinner, Stephen C. Porter, *The Blue Planet An Introduction to Earth System Science*, John Wiley & Sons, Inc., 1994.
- https://www.ugr.es/~mota/QGI-Tema2_Estructura_atomica_el_nucleo.pdf
- <https://es.khanacademy.org/science/ap-chemistry-beta/x2eef969c74e0d802:kinetics/x2eef969c74e0d802:concentration-changes-over-time/v/kinetics-of-radioactive-decay>
- <https://openstax.org/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-3/pages/10-3-decaimiento-radioactivo>
- https://www.lanentweb.org/sites/default/files/docs/pdfs_nucleando/33_Anexo_Decaimiento_radiactivo_vida_media.pdf

- <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/19800/decaimiento-radioactivo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>