

IX. LAS APLICACIONES DE LA RADIATIVIDAD

LA PROPIEDAD de los isótopos radiactivos de emitir espontáneamente radiación alfa, beta y gamma ha encontrado amplia aplicación, se emplea como herramienta para hacer estudios en la investigación científica y, desde el punto de vista práctico, se utiliza en muchas áreas, como en ecología, medicina, agricultura, industria y biología.

La utilidad que brindan los isótopos depende de sus propiedades, en particular del tipo de radiación que emiten, la energía de ésta y su vida media. Como ejemplo, presentamos las siguientes aplicaciones:

Análisis de elementos que se encuentran en concentraciones muy bajas.

Trazadores en estudios de procesos físicos, químicos, biológicos y médicos.

Control del espesor de hojas y láminas en las industrias del papel, del hule, etc.

Control del llenado de líquidos en frascos y latas en industrias como la cervecera

y la de envasado de alimentos.

Fuentes intensas de radiación en radiografías industriales y de la medicina nuclear.

Esterilización de material quirúrgico desechable.

Esterilización de productos químicos y biológicos.

ANÁLISIS POR ACTIVACIÓN

La sensibilidad de las técnicas químicas en general varía grandemente. Algunas de ellas son sensibles tan sólo para algunos elementos, ya que no existe el método perfecto para analizar todos los elementos con la máxima sensibilidad. Ahora sabemos que los minerales de uranio tienen fracciones de menos de una parte de radio en un millón de partes del mineral. Es fácil comprender la razón de que se desconociera la existencia del radio en el siglo pasado: no existía una técnica suficientemente sensible para analizarlo. Las técnicas químicas tradicionales se basan en los procedimientos utilizados durante mucho tiempo de separar los diversos elementos en fracciones químicas, como lo hizo Madame Curie, hasta dejar aislados los elementos polonio y radio. Actualmente estas técnicas tradicionales se usan poco, ya que aparecen cada día técnicas nuevas, la mayoría de ellas instrumentales.

Entre estas técnicas se encuentra el análisis por activación, que, teniendo una sensibilidad muy alta, puede determinar hasta

centésimas de partes por millón de ciertos elementos, como la plata. En esta técnica se produce radiactividad artificialmente, tal como lo hizo Fermi, irradiando los elementos con proyectiles, principalmente con neutrones. Las radiaciones emitidas por estos isótopos radiactivos y su vida media permiten encontrar indirectamente la concentración del elemento original sometido al análisis.

Encontrar el elemento por los efectos que produce la irradiación con neutrones es como encontrar el llavero que toca unas notas musicales cuando el distraído dueño que lo ha perdido emite un silbido.

En esta comparación, el silbido del dueño del llavero es análogo al flujo de neutrones, que penetran en algunos elementos con mayor probabilidad que en otros, por lo tanto los activan y emiten radiaciones: el equivalente de las notas musicales del llavero. El símil del oído del dueño del llavero es un detector de radiaciones que registra los elementos que se han radiactivado (Figura 33).

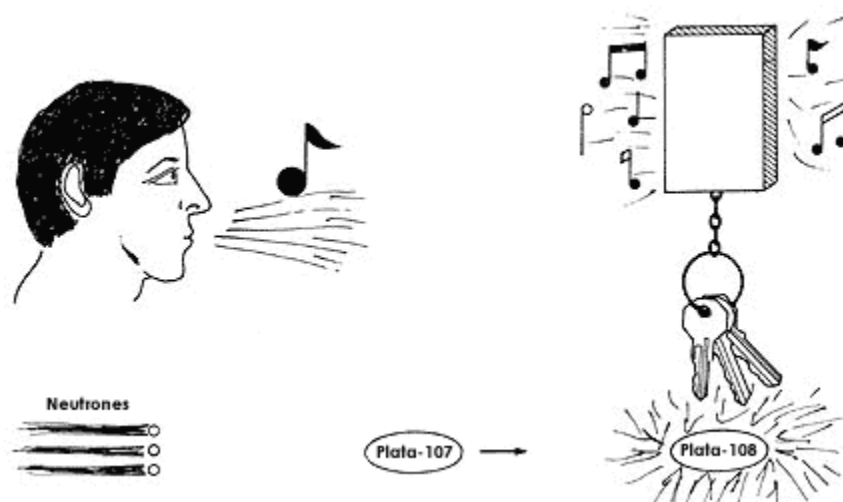


Figura 33. Los elementos se vuelven radiactivos cuando se les bombardea con neutrones, y entonces se pueden identificar y medir por las radiaciones que emiten. Esto es semejante al llavero que al percibir un silbido produce una tonada y por este sonido se le puede encontrar.

Arsénico en un cabello de Napoleón

El análisis por activación ha sido muy útil para encontrar ciertos elementos en pequeñas cantidades.

El cabello humano contiene pequeñísimas cantidades de elementos, como sodio y cobre. El análisis por activación ha demostrado que las cantidades de estos elementos presentes en cada cabello varían de un individuo a otro, pero son relativamente constantes en cada persona.

En Canadá se acusó a una persona de asesinato porque se probó que un cabello encontrado en las manos de la víctima era semejante al cabello del acusado; este resultado se obtuvo por el análisis de las trazas de los elementos obtenidos por la técnica de análisis por activación en los cabellos tanto del acusado como de la víctima.

Si una persona muere por envenenamiento puede a veces determinarse con análisis por activación la razón de su muerte. Dosis de arsénico, aunque no letales, pueden detectarse en ocasiones en el cabello del individuo que lo ha tomado. Este veneno se distribuye de la raíz del cabello a las extremidades. Cabellos aun muy antiguos pueden analizarse con éxito para determinar la presencia de arsénico y otros residuos por medio de este análisis.

Unos científicos ingleses descubrieron excesos de arsénico en una reliquia consistente en cabellos de la cabeza de Napoleón. En virtud de este descubrimiento, existe ahora la sospecha de que Napoleón fue envenenado lentamente con arsénico.

El análisis por activación no se aplica solamente en estas actividades siniestras relacionadas con casos de asesinatos. Además de facilitar la identificación del cabello humano, también puede utilizarse para comparar manchas de grasa muy pequeñas, partículas de polvo invisibles a simple vista y partículas de pintura de automóvil, también casi invisibles, en casos de accidente. Dichos estudios se pueden hacer de dos maneras: identificando partículas de material abandonadas en el lugar del delito por el supuesto criminal, o partículas del lugar del crimen llevadas consigo por el presunto criminal. Otra ventaja de este análisis es que las muestras sometidas a examen no sufren daño alguno y pueden, por lo tanto, admitirse como prueba en los tribunales.

ISÓTOPOS RADIATIVOS PARA MARCAR ÁTOMOS

Quizás el uso más importante de los isótopos radiactivos producidos artificialmente es como "trazadores", que es el nombre que se emplea más a menudo.

Tanto en los procesos naturales como en los artificiales, se acostumbra marcar algunas especies de un grupo grande para estudiar sus movimientos y sus desplazamientos. Estas especies marcadas se conocen con el nombre de trazadores, y en particular nos interesan aquellos que son radiactivos.

Un trazador radiactivo en los procesos físicos, químicos o biológicos se puede comparar con la marca que se coloca en la pata de un ave, que permite determinar la ruta que siguen las aves de su especie durante sus vuelos. De una cantidad muy grande de aves se les pone la marca sólo a un cierto número conocido de ellas. Después de que las aves se

desplazan, se busca a las que tienen marcas, y los lugares en donde se encuentran indican la ruta que van siguiendo y el número de ellas que se encuentran permite calcular el número de aves que se han desplazado. Este mismo método se utiliza para determinar el número de peces de cierta especie en un lago. Se marca un número determinado de peces y se dejan libres en el lago. Después de un tiempo se pesca una muestra. La proporción de peces marcados y no marcados permite medir el número de peces del lago. Los trazadores radiactivos se comportan como las aves o peces marcados (Fig. 34(a)).

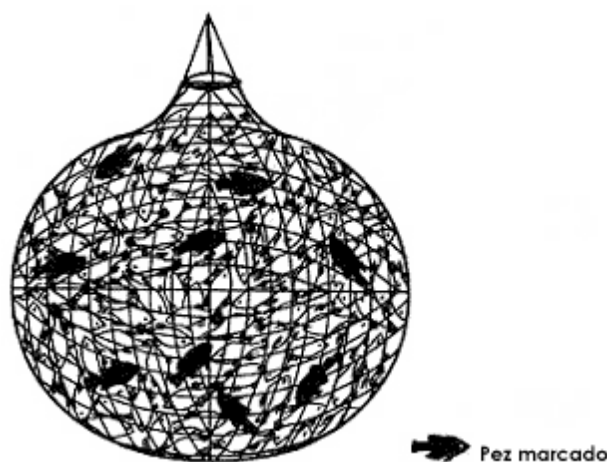


Figura 34 (a). Si se marcan 1 000 peces y se depositan en un estanque y un tiempo después se pescan sólo 9 de los marcados y 580 no marcados, el estanque tiene aproximadamente.

$$\frac{580 \times 1\,000}{9} = 64\,444.$$

La mayoría de los fenómenos que se efectúan en la naturaleza y los procesos que se realizan en los laboratorios y en la industria están basados en el movimiento de los átomos y de las moléculas: por ejemplo, la corriente de los ríos, el movimiento de las masas aéreas, la fabricación de productos químicos, la explosión de la dinamita, etc. Para investigar las trayectorias de un elemento y su forma química a través de los procesos se necesita conocer los cambios de posición de los átomos y las moléculas. Si éstos se marcan como las aves, se puede seguir su trayectoria durante las diferentes transformaciones.

Sin embargo, surge una duda: ¿se pueden marcar los átomos y moléculas con material radiactivo como se marcan los peces en un estanque? Efectivamente, sí se pueden marcar.

Los radisótopos de un elemento son idénticos a los isótopos estables del mismo; por lo general, químicamente es imposible diferenciar un átomo radiactivo de otro que no lo es. Gracias a esto, se les ha encontrado múltiples aplicaciones como trazadores en la industria, en la medicina, en la agricultura, en la biología y en varios campos de la investigación científica. Estas aplicaciones se basan en la posibilidad de detectar fácilmente la radiación emitida por una cantidad muy pequeña de un isótopo radiactivo, arrastrado por el isótopo inerte del mismo elemento, lo cual permite determinar la trayectoria de este último en determinado proceso químico, físico o biológico.

Los isótopos radiactivos se emplean en varios procesos industriales. Se utilizan en algunas reacciones catalíticas en la industria química. Los investigadores los han encontrado muy útiles en los estudios de las moléculas.

Pequeñas cantidades de sustancias radiactivas se mezclan con los materiales que se mueven a través de sistemas complicados. Su paso a través del sistema puede ser detectado por un medidor de radiación Geiger-Muller. Los trazadores se utilizan, además, para detectar fugas en tanques, válvulas y otros contenedores. También permiten determinar la cantidad de gasto al que se le ha sometido a una parte de un equipo. Gracias a la alta sensibilidad de las técnicas para medir radiaciones, se puede conocer las cantidades pequeñísimas de un catalizador utilizado en el proceso si se marca éste con un isótopo radiactivo. (Fig. 34(b)).

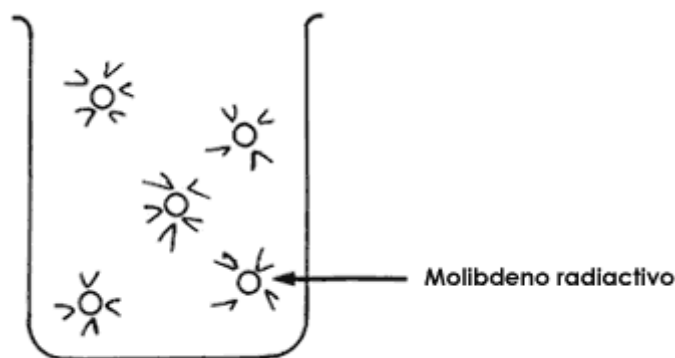


Figura 34 (b). Si para producir 1 000 kg de un producto químico se utiliza 1 g de un catalizador de molibdeno marcado con 10 μCi * de molibdeno radiactivo

y después del proceso un muestreo indica que se recupera 9.9999 μCi de este radisótopo, entonces la cantidad de catalizador utilizado en el proceso es:

$$\frac{10 - 9.9999}{10} = 0.00001 \text{ g}$$

Los sistemas vivientes también pueden ser estudiados por trazadores radiactivos. Por ejemplo, los científicos agregan trazadores a los alimentos absorbidos por las plantas. Por medio de la utilización de los detectores de radiación se puede seguir el paso de los alimentos a través de los tejidos de la planta. Los investigadores han aprendido mucho acerca de la fotosíntesis —la "manufactura" de alimentos en la planta con la ayuda de la luz, por decirlo así— utilizando isótopos radiactivos de carbón como trazadores.

Los isótopos radiactivos han hecho posible grandes avances en el conocimiento médico. Los trazadores han ayudado a realizar estudios sobre el cáncer, sistemas que forman la sangre, metabolismo del hierro y actividad de las hormonas. Asimismo, han permitido conocer el funcionamiento del hígado y riñón. Por otra parte, con la ayuda de estos trazadores se ha podido determinar, por ejemplo, la formación de vitaminas, drogas y leche.

Se han realizado gran número de investigaciones en procesos bioquímicos; por ejemplo: el estudio del metabolismo de las grasas y formación del colesterol, la biosíntesis de aminoácidos en el interior de las células y estudios de genética.

El isótopo radiactivo más utilizado en medicina nuclear es el yodo-131, que se aplica para realizar gran número de estudios en el ser humano, como la medición del volumen sanguíneo, detección de problemas del corazón, hígado, tiroides, metabolismo de las grasas, tumores cerebrales, etc.

El segundo isótopo radiactivo más importante en medicina nuclear es el tecnecio-99m, se utiliza para el diagnóstico de tumores; el cromo-51 también se utiliza en medicina nuclear para determinar el volumen total de eritrocitos; el arsénico-74 para localizar tumores cerebrales; el cobalto-60 para el estudio de la anemia perniciosa, y el sodio-24 se ha utilizado para determinar el flujo sanguíneo.

En la agricultura se han empleado los radisótopos de fósforo, nitrógeno y potasio para investigar el metabolismo y la nutrición de las plantas. Se descubrió que las plantas asimilan una proporción mayor de fertilizantes a través del follaje que a través de las raíces. Cuando se deposita el fertilizante en el suelo se pierde al ser arrastrado por el agua.

Los radisótopos han sido utilizados como trazadores para estudiar la acción de los herbicidas y también la relación de insectos y plantas, como en el transporte del polen por los insectos y la dispersión de insectos benéficos o dañinos para la agricultura. Los isótopos radiactivos también se han utilizado como trazadores para estudiar la contaminación de alimentos por insecticidas y herbicidas; en algunos casos, se demostró que ciertos compuestos se degradan en poco tiempo y dejan de ser un peligro para la salud de los consumidores.

ISÓTOPOS RADIATIVOS COMO FUENTES INTENSAS DE RADIACIÓN

Las fuentes muy intensas de isótopos radiactivos, en particular de cobalto-60, se utilizan también para varios propósitos. Se emplean fuentes intensas tanto para esterilizar material quirúrgico de polietileno, el cual no puede ser esterilizado con calor, como en las radiografías industriales.

Algunas enfermedades han sido combatidas con éxito con la ayuda de los isótopos radiactivos. Por ejemplo, varios tumores cancerosos pueden ser destruidos por la radiación producida por estos isótopos; en particular, para este propósito, se utiliza la radiación que emite el cobalto-60.

Las radiaciones intensas se han utilizado también en la agricultura para producir nuevas especies vegetales; asimismo, han resultado muy útiles en la conservación de los alimentos por una o más semanas, según el alimento. La esterilización efectuada con dosis mucho mayores conserva algunos alimentos por meses.

ISÓTOPOS RADIATIVOS PARA MEDIR ESPESORES DE HOJAS Y LÁMINAS

Las radiaciones de los isótopos radiactivos, por lo general emisores beta, se utilizan en la industria para la medición del espesor de hojas de papel, plástico y hule y otros materiales. La fuente radiactiva se coloca en un lado del material que se quiere medir y del otro lado se coloca un detector que mide la radiación beta emitida por la fuente radiactiva. Como la radiación beta no es muy penetrante, la indicación dada por el detector dependerá del espesor del material. Cuanto más débil sea la señal, el espesor es mayor.

El fenómeno de la radiactividad permitió al científico adentrarse en una aventura maravillosa. Al tratar de comprenderla realizó diversos descubrimientos fundamentales en el desarrollo de la ciencia; pero su importancia principal radica en haber abierto la ruta a una serie de hallazgos que fueron piedras angulares de la física y la química.

En este libro se han relatado diversos hechos relacionados con la radiactividad, su descubrimiento, su desarrollo y sus consecuencias.

Entre éstas la más importante consiste en haber llegado a conocer la estructura del átomo, misterio que había permanecido oculto para el hombre durante miles de años. A partir de esto, investigaciones posteriores mostraron que la radiactividad se encuentra distribuida abundantemente en la naturaleza, pero que también puede ser producida por el hombre en forma artificial. Como consecuencia de este último descubrimiento, los científicos comenzaron a alterar los núcleos de los átomos con la esperanza de encontrar nuevos elementos, y en su afán de lograrlo lo dividieron en fracciones, dándose cuenta en esta forma de la enorme cantidad de energía que podía desprenderse de él.

El propósito de este libro fue el de mostrar cómo una serie de experimentos realizados a fines del siglo pasado y que pudieron pasar desapercibidos desencadenaron una serie de descubrimientos que llevaron al mundo, en menos de medio siglo, a la era científica más destacada de la historia.

NOTAS

* μCi es la milonésima parte de un *curie*(Ci), unidad de radiactividad originalmente basada en la rapidez de desintegración de un gramo de radio.

Fuente: la ciencia para todos (s.f.). IX. *Las aplicaciones de la radiactividad*. Recuperado de http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/42/htm/sec_13.html