

AC 14 26

Seguidamente en introducción a las ciencias físico-naturales se va a hablar de la radioactividad. El guión ha sido elaborado por Javier Mostaza. Hoy abordaremos un tema particularmente importante y temible, la naturaleza de la radioactividad.

Hablaremos de los procesos de fusión y de fisión y de la producción y aplicación de radioisótopos. La radioactividad es un fenómeno atómico que se produce a nivel del núcleo. Hay núcleos que son inestables y se desintegran espontáneamente.

Al hacerlo emiten radiaciones ionizantes. Tales núcleos se llaman radioactivos cuando son naturales y radioisótopos cuando han sido creados artificialmente. ¿La radiación de que usted habla es de un solo tipo o existen varias clases de ella como he oído decir? Efectivamente existen tres tipos de radioactividad.

Los núcleos radioactivos emiten en general una o varias de las radiaciones siguientes. Primero, rayos alfa que son núcleos de helio. Por ejemplo el uranio 238 al desintegrarse se transforma en torio 234, emitiendo además una partícula alfa que se lleva la mayor parte de la energía cinética.

Segundo, los rayos beta que son electrones ordinarios o positrones que se emiten simultáneamente con un neutrino. El ejemplo más característico es el cobalto 60 que se convierte en níquel 60 emitiendo un positonio siendo el calor de reacción de 0,3 megaelectrón voltios. Algunas veces en lugar de emitirse positrones el núcleo captura uno de los electrones del átomo más próximo a él.

Este fenómeno se conoce con el nombre de captura electrónica. Y por último los rayos gamma que son radiaciones electromagnéticas de muy corta longitud de onda, es decir, muy energéticas. Se emiten cuando los núcleos excitados pierden la energía de excitación.

Como ejemplo citaremos el níquel 60 en estado excitado que al desexcitarse se convierte en níquel, dando además dos fotones cuya energía es de 1,38 megaelectrón voltios y de 1,16 megaelectrón voltios. Quisiera añadir además que una muestra radioactiva que contenga inicialmente un número determinado de átomos los va perdiendo a medida que se desintegran. El número de átomos que quedan al cabo de cierto tiempo está en función de los que había inicialmente, de la constante de probabilidad de desintegración que es característica de cada núcleo y por supuesto del tiempo.

¿En qué consiste este concepto? Llamamos periodo o semivida al tiempo necesario para que el número inicial de átomos de una muestra radioactiva se reduzca a la mitad. Como regla general la vida media de un núcleo radioactivo alfa es muy larga. Para el radio el periodo es de unos dos milenios.

La vida media de un emisor beta es mediana, para el cobalto una decena de años o bien es muy

corta, unas horas. Sin embargo la desintegración de un núcleo excitado con emisión de rayos gamma se realiza en un periodo de tiempo cortísimo, apenas unas diez milésimas de segundo. Los conceptos de periodo o semivida están relacionados íntimamente con el concepto de actividad.

Se llama actividad de una muestra al número de átomos de la misma que se desintegran por segundo. La unidad de actividad es el Curie, que equivale a unos diez mil millones de desintegraciones por segundo. ¿Pero eso equivale a una liberación de energía inmensa? No tanto como algunos imaginan.

En realidad la cantidad de energía cedida por las radiaciones penetrantes, radiaciones X, radiaciones gamma, etcétera, es muy pequeña, aunque sus efectos puedan ser destructores. Las dosis capaces de provocar la muerte de una persona son, energéticamente hablando, inferiores a una centésima parte de la que recibe nuestro organismo en un baño templado y sin embargo es letal. Ya que han hablado de eso, ¿podrían decirnos cuáles son las dosis peligrosas de energía radioactiva? La dosis mortal para una persona sometida durante un tiempo breve a la irradiación de todo el cuerpo oscila entre 500 y 1000 roentgen.

Para que se hagan una idea de lo que es un roentgen, piensen que un Curie, de una sustancia que emita rayos gamma de dos megaelectrón voltios, disipa un roentgen por hora a un metro de distancia. La radiación cósmica al nivel del mar equivale a 10 a la menos 3 roentgen por día. Todo esto resulta bastante impresionante.

Escuchemos ahora algunas explicaciones sobre los procesos de fisión y de fusión. Recibe el nombre de fisión la fragmentación de un núcleo en dos masas semejantes. Fisión, pues, equivale a excisión.

La energía puesta en juego en este proceso es mucho más elevada que la producida en cualquier otra reacción. Además, los núcleos que quedan libres en esta reacción pueden ser utilizados para producir la fisión de otros núcleos, produciéndose así una reacción en cadena. Así, por ejemplo, el uranio-235, cuando se bombardea con un neutrón, da lugar a uranio-236, que a su vez se desintegra en núcleos de bario y cripton, con emisión, además, de tres neutrones y cierto calor de reacción, que equivale a 4 billones de calorías por átomo gramo de uranio-235 desintegrado.

Esta energía se libera en tiempos inferiores a una milésima de segundo. De aquí su gran potencia. Pero, ¿qué ocurre en el otro proceso, en la fusión? El proceso de fusión nuclear puede considerarse como el inverso del de fisión, anteriormente descrito.

En la fusión, uno al menos de los productos de la reacción tiene una masa mayor que cualquiera de los productos iniciales. La energía liberada en estos procesos es también extraordinariamente elevada. Para poner un ejemplo, dos átomos de deuterio dan lugar a un átomo de tritio, con liberación de energía del orden de 5 megaelectrón voltios.

O un átomo de deuterio con uno de tritio da lugar a un núcleo de helio más un neutrón, con una energía liberada de unos 18 megaelectrón voltios. Estos procesos requieren para su verificación una elevada temperatura, en virtud de la cual la agitación térmica es lo bastante energética para que los núcleos puedan fundirse tras aproximarse uno a otro, venciendo la repulsión colombiana de sus cargas eléctricas. Esperamos que esta explicación haya sido lo suficientemente ilustrativa y los conceptos de fusión y de fisión hayan quedado lo suficientemente aclarados.

Es importante porque ambos procesos son clave de la utilización de la energía proveniente del átomo. Dedicaremos el tiempo que nos queda a tratar, aunque sea brevemente, de la producción y aplicación de radioisótopos. Como ustedes saben ya, las transformaciones nucleares artificiales conducen, frecuentemente, a la obtención de núcleos que no se encuentran en la naturaleza.

Estos núcleos se llaman isótopos. Tales núcleos son inestables, exactamente igual que los elementos radioactivos naturales. Es decir, que pueden también ser utilizados como productores de energía, lo mismo que los naturales, ¿no es así? Exactamente, pero además la emisión de positrones es una propiedad exclusiva de los radioelementos artificiales, lo que constituye una ventaja adicional.

¿Cuáles son los elementos naturales susceptibles de proporcionar radioisótopos artificiales? En general, casi todos los elementos naturales producen radioisótopos, emitiendo rayos beta. En estos casos, el neutrón, por su ausencia de carga, resulta un proyectil muy adecuado para bombardear núcleos, pues no existe para él barrera colombiana que lo rechace. El neutrón, al ser captado así por los núcleos, puede determinar la producción de un radioisótopo.

¿Cuál es el principal interés de los radioisótopos? Fundamentalmente reside en el hecho de que un átomo radioactivo es, desde el punto de vista químico, totalmente indiferenciable de su isótopo inactivo, pues se comporta exactamente igual en todas las reacciones químicas en que interviene. Pero, en cambio, es un átomo marcado cuyas evoluciones químicas podemos seguir constantemente gracias a las radiaciones emitidas, las cuales pueden detectarse por los procedimientos convencionales. Recuérdese que un gramo de sustancia contiene 10 a la 23 átomos.

Por tanto, aunque sólo una diezmillonésima parte de ellos resulten radioactivos, existirán 10 a la 16 átomos trazadores, dando constantemente información de su paradero. He oído decir que esa propiedad les confiere una utilidad inestimable en exploraciones médicas. ¿Es eso cierto? Por supuesto que sí.

Los radioisótopos se pueden emplear en medicina, en forma iónica, unidos a determinados fármacos o compuestos orgánicos. Así cuando lo que interesa es el estudio de la distribución de un determinado compuesto en el interior de un órgano, de tal modo que se pueda distinguir claramente de los tejidos u órganos circundantes, debemos disponer de un radiofármaco que se acumule exclusiva o preferentemente en el órgano estudiado, de manera que podamos

detectarlo desde el exterior. ¿Y la radiación procedente de estas prácticas no es peligrosa para el paciente? No, en absoluto.

Se procura siempre que la radiación recibida por el enfermo sea la menor posible. También ustedes se expone a radiaciones penetrantes cada vez que le miran por rayos X. En cualquier caso, es siempre más peligrosa cualquier enfermedad que una dosis muy baja de radiación. Otra cosa sería que esa dosis se acumulase progresivamente en el tiempo.

Quisiera hacer otra pregunta. ¿Con arreglo a qué criterio se produce un fármaco de estas características? Para encontrar este tipo de fármacos debemos conocer, primero, su comportamiento en relación con el tiempo en el interior del órgano y en relación con los tejidos vecinos. Segundo, su tipo de desintegración radioactiva.

Tercero, sus características propias de detección. Cuarto, otros factores de producción y economía. Creo que esto ha respondido a su pregunta.

¿Desearía finalmente saber si la producción de energía en el sol, de tan vital importancia para nosotros, se debe a alguno de estos procesos de que hemos hablado? El descubrimiento de la radioactividad hizo pensar, en un principio, que este proceso fuera el que diera origen a la energía liberada en el sol. La dificultad está, sin embargo, en que, en la desintegración radioactiva natural, la liberación de energía nuclear es extremadamente lenta. Para explicar el ritmo medio de producción de energía observado en el sol, sería necesario admitir que éste se haya compuesto casi enteramente de uranio, torio y sus productos de desintegración.

Por todo lo expuesto, esta idea fue rechazada. Hoy se admite que la liberación de energía nuclear dentro del sol se debe a procesos de fusión realizados a la temperatura enormemente elevada que allí existe, que es del orden de 2 por 10 elevado a 7 grados kelvin. Estos procesos termonucleares son fundamentalmente dos, el ciclo del carbono y la reacción hidrógeno-hidrógeno que se explica a continuación.

En los ciclos del carbono, el átomo de este elemento puede considerarse como un catalizador nuclear que ayuda a unir cuatro protones para formar una partícula alfa. Una vez liberada dicha partícula, se recupera el átomo de carbono inicial que puede recorrer de nuevo el ciclo siguiente. Pero la reacción hidrógeno-hidrógeno es la que aporta en mayor proporción la liberación de energía en el sol.

En esta reacción, el primer paso es la formación de un núcleo de deuterio por choque térmico entre dos núcleos de hidrógeno. Después de una serie de reacciones termonucleares, se llega a la formación de un núcleo de helio. Dado que la energía radiada por el sol se debe en su mayor parte a la transformación continua en su interior del hidrógeno en helio, es evidente que el sol no puede brillar eternamente.

Se ha calculado que durante esos cinco millares de millones de años de existencia, el núcleo de nuestro sol ha consumido la mitad aproximadamente de su provisión inicial de hidrógeno. De

modo que aún tiene bastante combustible nuclear para otros cinco millares de millones de años. En introducción a las ciencias fisiconaturales han escuchado el tema la radioactividad, según gui3n de Javier Mostaza.