

MONOGRAFÍA

Las radiaciones

La radiación es la emisión, propagación y transferencia de energía en cualquier medio en forma de ondas electromagnéticas o partículas.

Los seres vivos conviven con las radiaciones desde sus orígenes. Sin la radiación del sol no habría existido vida en la tierra y sin la radiación infrarroja no podríamos calentarnos. Además de estas fuentes naturales de radiación, el ser humano ha sido capaz de desarrollar distintos aparatos que se basan en o utilizan las radiaciones. Utilizamos la radiación cuando escuchamos la radio, hablamos con el móvil, calentamos el desayuno en el microondas, tostamos el pan o nos hacen una radiografía.

Cuanto mayor es la frecuencia de la radiación electromagnética, mayor será su energía. Las ondas o radiaciones electromagnéticas se pueden clasificar en función de su energía en radiaciones ionizantes, tienen energía suficiente como para producir la ionización de los átomos de la materia que atraviesan (ej.: rayos X) o radiaciones no ionizantes, no tienen suficiente energía para romper los enlaces de los átomos y producir la ionización (ej.: microondas).

Las radiaciones que se presentan en forma de partículas con masa (ej.: radiación alfa) están incluidas dentro de las radiaciones ionizantes, pues en todos los casos son capaces de producir la ionización.

Radiaciones ionizantes

La estructura de la materia se compone de moléculas, formadas por átomos. Durante siglos, los físicos y los químicos creían que el átomo era la parte más pequeña de la materia, por ello su nombre, átomo, que quiere decir “indivisible”. Sin embargo, investigaciones más recientes nos han permitido conocer que el átomo se compone de un núcleo y de electrones que giran a su alrededor. Los electrones son una especie de envoltorio, como un sobre que protege al núcleo, formado por protones y neutrones. Los protones tienen carga eléctrica positiva y los electrones, negativa, mientras que los neutrones se llaman así porque no tienen carga. Protones y electrones se atraen por fuerzas físicas.

En condiciones normales de equilibrio, las partículas del átomo permanecen fuertemente unidas, como si estuvieran atadas. Pero un exceso o una falta de

neutrones pueden romper ese equilibrio. Entonces se convierten en elementos inestables, con tendencia a transformarse en otros elementos. Para que esto ocurra, las ataduras tienen que romperse y formar otras nuevas. Este cambio, que se llama desintegración radiactiva, se produce liberando gran cantidad de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas invisibles y silenciosas que llamamos radiaciones. Parte de la masa del cuerpo se transforma en energía, de acuerdo con la fórmula de Einstein. Este proceso se denomina fisión nuclear, es decir, ruptura del núcleo del átomo.

Algunos elementos son más adecuados que otros para producir este tipo de reacciones. Es el caso del uranio-235, con tendencia a absorber cualquier neutrón que choque con él. Cuando esto ocurre, el uranio-235 aumenta de peso, se vuelve más inestable y acaba rompiéndose en varios fragmentos, liberando otros neutrones. Si estos neutrones son absorbidos, a su vez, por otros átomos de uranio-235 se produce una secuencia de reacciones en cadena, que genera cantidades importantes de radiactividad y de energía.

La radiación, cuando penetra en la materia, y sobre todo en el caso de partículas cargadas –alfa, protones, fragmentos de fisión y electrones–, fundamentalmente suele arrancar electrones de los átomos circundantes mediante un proceso que se conoce con el nombre de ionización.

En el caso de que la materia sea tejido biológico con un alto contenido de agua, la ionización de las moléculas de agua puede dar lugar a los llamados radicales libres que presentan una gran reactividad química, suficiente para alterar moléculas importantes que forman parte de los tejidos de los seres vivos. Entre esas alteraciones pueden incluirse los cambios químicos en el ADN, la molécula orgánica básica que forma parte de las células que forman nuestro cuerpo.

Estos cambios pueden conducir a la aparición de efectos biológicos, incluyendo el desarrollo anormal de las células.

Las radiaciones ionizantes están formadas por partículas o por ondas electromagnéticas de muy alta frecuencia con la suficiente energía como para producir la ionización de un átomo y romper los enlaces atómicos que mantienen las moléculas unidas en las células. Estas alteraciones pueden ser más o menos graves según la dosis de radiación recibida.

Existen varios tipos de radiaciones ionizantes:

- Las radiaciones alfa son núcleos de helio 4 que se emiten en determinadas desintegraciones nucleares y que están formados por dos neutrones y dos protones. Tienen mucha masa pero son poco penetrantes: una hoja de papel o la misma piel humana son suficientes para protegernos de sus efectos.
- Las radiaciones beta son flujos de electrones (beta negativas) o positrones (beta positivas) liberados en determinadas desintegraciones nucleares. Tienen menos masa que las alfa, aunque son algo más penetrantes: pueden traspasar

una hoja de papel y entre uno y dos centímetros de tejido vivo, pero no pueden penetrar una lámina de aluminio. Los rayos X y gamma son radiaciones electromagnéticas sin carga ni masa.

- Las radiaciones gamma proceden de la desintegración de los núcleos inestables de algunos elementos radiactivos y los rayos X proceden de las capas externas del átomo, donde se encuentran los electrones. Este tipo de radiaciones son bastante penetrantes, atraviesan la hoja de papel y la lámina de aluminio y para frenarlas se precisa una lámina de plomo de grosor suficiente.
- Los neutrones liberados son un tipo de radiación muy penetrante. Al no tener carga eléctrica, los neutrones penetran fácilmente la estructura de determinados átomos y provocan su división. Se pueden absorber con determinados elementos químicos como el cadmio o el boro.

Radiación natural y artificial

Las radiaciones ionizantes de origen natural están presentes en la naturaleza que nos rodea. Además de la radiación cósmica, se producen radiaciones ionizantes como consecuencia de la presencia de materiales radiactivos existentes en la corteza terrestre. Tres cuartas partes de la radiactividad que hay en el medio ambiente proceden de los elementos naturales.

No todos los lugares de la tierra tienen el mismo nivel de radiactividad. En algunas zonas de la India, por ejemplo, la radiactividad es 10 veces mayor que la media europea. La razón está en las arenas de la India, que tienen torio, un elemento radiactivo natural. Los Alpes y otras cordilleras también tienen un nivel de radiactividad relativamente elevado, debido a la composición de sus granitos. Además de esta variabilidad geográfica, determinadas actividades como, por ejemplo, la fabricación de cerámica, la producción de fertilizantes, o la extracción de gas y de petróleo, pueden aumentar las dosis debidas a estos radionúclidos de origen natural, no sólo para los trabajadores sino también para el resto de ciudadanos.

En nuestras casas también puede existir radiactividad, procedente principalmente del gas radón. Este gas se produce como consecuencia de la desintegración del uranio que contienen las rocas. La cantidad de gas radón que se acumula en una casa depende de su situación, de los materiales que se han utilizado en su construcción y de nuestra forma de vida. El radón emana de las rocas y se concentra en los lugares cerrados, por lo que es muy recomendable que las viviendas y los lugares de trabajo estén bien ventilados.

Por otro lado, la radiación cósmica se genera en las reacciones nucleares que ocurren en el interior del sol y en las demás estrellas. La atmósfera filtra estos rayos y nos protege de sus efectos peligrosos, ya que fuera de la atmósfera, en el espacio, la radiactividad es mucho mayor. Cuando ascendemos a una montaña, esa protección disminuye y la radiación cósmica es más intensa. Lo mismo ocurre cuando viajamos en avión, que estamos más expuestos a las radiaciones.

También existen elementos radiactivos en múltiples alimentos y en el agua potable. Incluso nuestros cuerpos son una fuente de radiación, ya que almacenan pequeñas cantidades de potasio radiactivo, un producto necesario para el cuerpo humano.

Las radiaciones también se pueden producir de forma artificial. En 1895, el físico Roëntgen, cuando experimentaba con rayos catódicos, descubrió el primer tipo de radiación artificial que ha utilizado el ser humano: los rayos X. Se trata de ondas electromagnéticas originadas por el choque de electrones con un determinado material, en el interior de un tubo de vacío.

Una vez que empezaron a conocerse las propiedades y la potencialidad de la radiación se fueron desarrollando sus aplicaciones, así como las técnicas para obtener materiales radiactivos artificiales. Los rayos X y gamma se utilizan en medicina para diagnosticar mediante imágenes múltiples problemas físicos. También se usan radiaciones en el tratamiento del cáncer y otras enfermedades. La industria también se beneficia de las aplicaciones de las radiaciones en técnicas de radiografía medición industrial, esterilización de alimentos, control de plagas, etc. Además, en las centrales nucleares se provocan reacciones de fisión que liberan una gran energía en forma de radiaciones permitiendo la producción de electricidad.

Usos de las radiaciones

Las aplicaciones de las radiaciones ionizantes se basan en la interacción de la radiación con la materia y su comportamiento en ella. Los materiales radiactivos y las radiaciones ionizantes se utilizan ampliamente en medicina, industria, agricultura, docencia e investigación.

En medicina, el uso de radiaciones ionizantes se encuadra en la aplicación de técnicas de radiodiagnóstico, radioterapia y medicina nuclear.

- El radiodiagnóstico comprende el conjunto de procedimientos de visualización y exploración de la anatomía humana mediante imágenes y mapas. Algunas de estas aplicaciones son la obtención de radiografías mediante rayos X para identificar lesiones y enfermedades internas, el uso de radioisótopos en la tomografía computerizada para generar imágenes tridimensionales del cuerpo

humano, la fluoroscopia y la radiología intervencionista, que permite el seguimiento visual de determinados procedimientos quirúrgicos.

- La radioterapia permite destruir células y tejidos tumorales aplicándoles altas dosis de radiación.
- La medicina nuclear es una especialidad médica que incluye la utilización de material radiactivo en forma no encapsulada para diagnóstico, tratamiento e investigación. Un ejemplo es el radioinmunoanálisis, una técnica analítica de laboratorio que se utiliza para medir la cantidad y concentración de numerosas sustancias (hormonas, fármacos, etc.) en muestras biológicas del paciente.

En el ámbito industrial, las aplicaciones de las radiaciones ionizantes son muchas y muy variadas. La industria aprovecha la capacidad que tienen las radiaciones para atravesar los objetos y materiales y el hecho de que cantidades insignificantes de radionucleidos pueden medirse rápidamente y de forma precisa proporcionando información exacta de su distribución espacial y temporal.

Algunas de las aplicaciones más significativas de las radiaciones ionizantes en la industria son la esterilización de materiales; la medición de espesores y densidades o de niveles de llenado de depósitos o envases; la medida del grado de humedad en materiales a granel (arena, cemento, etc.) en la producción de vidrio y hormigón; la gammagrafía o radiografía industrial para, por ejemplo, verificar las uniones de soldadura en tuberías; los detectores de seguridad y vigilancia mediante rayos X en aeropuertos y edificios oficiales; los detectores de humo; detectores de fugas en canalizaciones y la datación por análisis del carbono 14 para determinar con precisión la edad de diversos materiales.

También son muchas las aplicaciones de las radiaciones ionizantes en la agricultura y la alimentación, por ejemplo para determinar la eficacia de la absorción de abono por las plantas, determinar la humedad de un terreno y así optimizar los recursos hídricos necesarios, para el control de plagas y para prolongar el periodo de conservación de los alimentos mediante su irradiación con rayos gamma.

Aparte de los logros tecnológicos anteriores, el uso de las radiaciones ha supuesto un increíble avance en todo tipo de actividades de investigación tales como los estudios de biología celular y molecular del cáncer, patologías moleculares, evolución genética, terapia genética, desarrollo de fármacos, etc.