

Una mirada a la Interacción de la Radiación Corpuscular Ionizante con la Materia

La investigación y el diseño de sistemas asociados a radiaciones ionizantes requieren conocer la interacción de la radiación con la materia, por las modificaciones que en ella puede llegar a producir.¹

Introducción

Cuando una partícula cargada interactúa con un átomo de la materia, la interacción de esta partícula con el blanco depende de su carga eléctrica, su masa, su energía y del material sobre el que incide. Las colisiones pueden producirse por interacción *coulombiana* de la partícula con la nube electrónica de átomos del material, por lo que uno o varios electrones pueden ser excitados, o un electrón puede ser eyectado, ionizando el átomo. También, cuando la partícula atraviesa la nube electrónica, y se dispersa por interacción elástica con el núcleo, este retrocede, y si la partícula es masiva y energética, el núcleo puede ser eyectado, transformándose en una partícula más. Asimismo, pueden producirse roturas de enlaces químicos en moléculas (proceso denominado disociación), y cuando una partícula pesada colisiona con un núcleo, puede producir algún tipo de reacción nuclear. Por último, una partícula puede desacelerarse por el campo eléctrico de los electrones o núcleo y un fotón puede ser emitido. Esta radiación se la denomina *radiación de frenado*, y también se la conoce por el término alemán Bremsstrahlung. Las partículas cargadas producen *radiación directamente ionizante*, pues la ionización la generan ellas mismas; mientras que las no cargadas producen *radiación indirectamente ionizante* porque la ionización es generada por otros fenómenos. *Los tipos de colisiones son:*

Colisión elástica: la partícula se desvía de su trayectoria cediendo parte de su energía cinética a los átomos, pero la energía cinética total se mantiene constante. No se producen alteraciones atómicas ni nucleares.

Colisión inelástica: la partícula interactúa con la nube electrónica produciendo alteraciones en la nube; se absorbe parte de la energía cinética de la partícula, no se mantiene la energía cinética total y se generan excitaciones, ionizaciones o disociaciones.



Autor:

Carlos E. Chiossi

Ingeniero Electromecánico -
Orientación Electrónica (UBA)

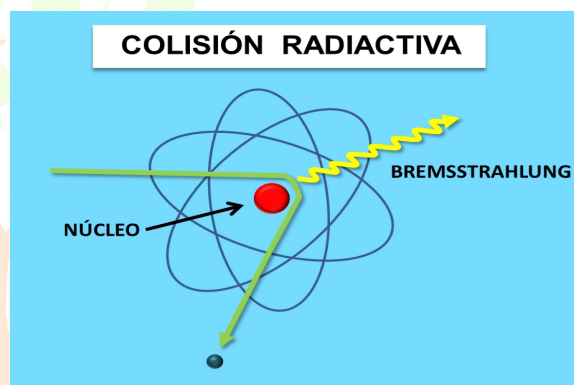
Agente de CNEA y ARN
(entre 1969 y 2008)

Experto en Seguridad Nuclear
de Reactores Nucleares

Asesor Científico (CNEA y ARN)

Docente en Seguridad Nuclear
(IB/CNEA/ARN)

Colisión radiactiva: la partícula se desvía de su trayectoria al pasar cerca de los



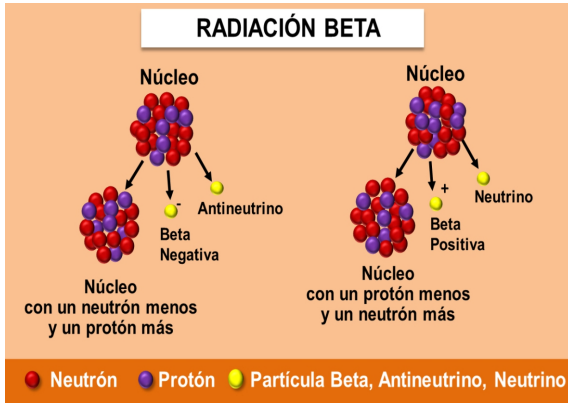
núcleos por interacción eléctrica, emitiendo radiación de frenado.

Interacción de Radiación Alfa

Las partículas alfa poseen una velocidad de 15.000 Km/seg, una masa 4 veces la del protón y más que 7.300 veces la del electrón. Penetran muy poco en la materia, en sus desplazamientos pierden mucha energía por unidad de longitud, sus trayectorias son casi rectilíneas, aunque pueden ser desviadas por campos electromagnéticos y producen muchas ionizaciones.

Interacción de Radiación Beta

Las partículas beta son emitidas con un espectro continuo de energía, son mucho menos masivas que las alfa, se mueven casi a la velocidad de la luz, y son deflectadas por los átomos con trayectorias en zigzag. La atenuación de las partículas beta con la materia es más complicada que con las alfa; penetran los gases más profundamente que las alfa de energías comparables, y en sólidos o



líquidos no penetran lejos, deteniéndose fácilmente.

Interacción de Radiación Neutrónica

Los neutrones son eléctricamente neutros, no son afectados por una nube electrónica ni por cargas de núcleos atómicos. Pasan la nube electrónica e interactúan directamente con los núcleos. No producen ionización, ni radiación de frenado. Las reacciones nucleares que generan son de absorción y dispersión. Si un neutrón es absorbido por un núcleo estable, el núcleo puede convertirse en un nucleído estable o en un radionucleído, que se desintegra emitiendo partículas alfa, beta o fotones. Si un neutrón se dispersa con un núcleo, el neutrón sigue libre después del choque y también se pueden producir partículas ionizantes.

Las interacciones son:

Dispersión elástica: un núcleo estable es chocado por un neutrón y luego de la interacción el neutrón se dispersa, el núcleo permanece estable y no se pierde energía cinética. Esta interacción se simboliza (n, n) "neutrón incidente-neutrón dispersado".

Dispersión inelástica: un núcleo estable es chocado por un neutrón que luego se dispersa (n, n') pero el núcleo de retroceso queda excitado y decae emitiendo rayos gamma.

Captura radiactiva: Puede ser capturado un neutrón por un núcleo y producir o no una reacción nuclear. Si se produce, la captura neutrónica forma un núcleo compuesto excitado que decae emitiendo rayos gamma.

Reacciones no elásticas: la captura de neutrones también pueden producir reacciones nucleares del tipo (n, alfa) , $(n, \text{protón})$ y otras. Con neutrones energéticos, se generan reacciones del tipo $(n, 2n)$ y $(n, 3n)$.

Fisión nuclear: cuando un átomo pesado posee un núcleo fisionable y captura un neutrón que inestabiliza el núcleo, éste se divide en dos o más núcleos llamados productos de fisión, emitiéndose dos o tres neutrones, rayos gamma y una enorme cantidad de energía.

Ejemplos de aplicación

Radiación alfa: La radiación alfa se emplea en medicina como radioterapia para combatir el cáncer, como fuente de energía de dispositivos sísmicos y oceanográficos, de marcapasos y en detectores de humos iónicos, entre otros usos.

Radiación beta: En medicina, el radiofármaco que se inyecta al paciente en la tomografía por emisión de positrones (PET) emite radiación beta. Asimismo se usa en *autorradiografías* (radiografías domiciliarias) y en *braquiterapia* (fuente de radiación que se coloca dentro o cerca del tumor canceroso del paciente). En la industria, la radiación beta se la emplea para control de espesores, porque permite medir el grosor de partículas que forman algunos productos como el papel o costuras textiles.

Radiación neutrónica: La activación neutrónica se aplica en cualquier sistema donde se necesite conocer cuantitativamente, cantidades minúsculas de materiales de una muestra. Por ello se usa para verificar la contaminación tóxica de ríos o poluciones atmosféricas. Otra aplicación es la *neutrografía* que permite ver el interior de objetos sólidos o líquidos. Esta se la emplea en la mecánica, para investigar el interior de objetos metálicos pesados, en arqueología y en obras de arte. Asimismo, los neutrones se usan en medicina para el tratamiento de tumores cancerosos.

REFERENCIAS

1 Se recomienda leer previamente las Hojitas "Una mirada a la física atómica" y "Una mirada a la Interacción de la Radiación Electromagnética Ionizante con la Materia" del mismo autor.

ABREVIATURAS

ARN: Autoridad Regulatoria Nuclear.
CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica.
IB: Instituto Balseiro - Centro Atómico Bariloche.
UBA: Universidad Nacional de Buenos Aires.



Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable
Comisión Nacional de Energía Atómica

Tel: 011-4704-1485 www.cnea.gov.ar/ieds
Av. del Libertador 8250 (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina
Año de edición: 2020/3º ISBN: 978-987-1323-12-8