

Interacción de la radiación con la materia.

Battellino Percello, Victoria,* Gordillo Olivera, Carlos Nicolas,**
García Perez, Jorge Alberto,*** & Guarin, Nicolas****

*Introducción a partículas y física nuclear - Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo
Marzo de 2017*

I. INTRODUCCIÓN Y RESULTADOS

La radiación propagada en forma de ondas electromagnéticas, como los rayos gamma y los rayos X, se denomina radiación electromagnética. Este tipo de radiación transporta energía suficiente como para provocar ionización en el medio que atraviesa. Una de las características esenciales de las radiaciones ionizantes es su capacidad de penetrar en la materia e interactuar con ella.

Existen distintos mecanismos de interacción que dependen esencialmente del tipo de radiación, de la energía y de las propiedades del medio material con el que interactúan. Los principales procesos de interacción con radiación gamma son: el efecto fotoeléctrico, el efecto Compton y la creación de pares.

En la experiencia se utilizaron distintas fuentes de radiación gamma y un detector centellador de yoduro de sodio dopado con talio para medir la energía de los fotones gamma. Cuando los fotones inciden en el yoduro de sodio, le transfieren suficiente energía a los electrones del material para que estos salten a un mayor nivel energético, liberando un fotón visible en el proceso. El centellador está dopado de talio para evitar que los fotones sean reabsorbidos. A la salida del material centellador se colocó un fotomultiplicador.

Después del detector se colocaron dos amplificadores. Un amplificador capacitivo para convertir la corriente entrante en tensión y el segundo para amplificar la señal que resulta proporcional a la cantidad de fotones incidentes. Por último la señal se va a dirigir a un conversor analógico digital ADC, que produce una salida en código binario que también va a ser proporcional a la tensión de entrada. Este código va a ser procesado por un software.

Se obtuvieron gráficas como la de Fig.1 para cada fuente de radiación gamma, en donde se determinó el fotopíco proporcional a la energía de los fotones gamma incidentes. Además del fotopíco, se observa para energías menores una meseta, que proviene de los electrones que

interactúan mediante efecto Compton, por lo cual su energía resulta menor que la de los fotones incidentes. El Cs-137 tiene un pico en 32 keV que puede deberse a algunas transiciones de rayos X, pudiendo ser el padre alguno de los isótopos del Cs.

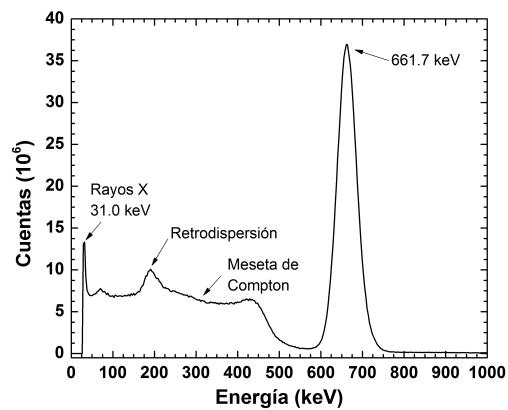


Figura 1. Espectro medido para el Cs-137.

La primera parte de la experiencia consistió en la calibración del detector utilizando como fuentes de radiación el Cs-137, Co-60, Ba-133, Am-241, Co-57, Mn-54, Na-22 y sal.

Para realizar la calibración del detector los picos de recolección de carga en cada archivo se ajustaron a gaussianas con un programa, luego se tomó el canal correspondiente al centroide de cada gaussiana y se lo asoció con una energía característica emitida por la fuente radioactiva. Finalmente se ajustó a una recta los valores de obtenidos de cada fuente. Hubo dificultades para ajustar los picos 26.3 keV de la fuente de Am-241 debido al bajo número de cuentas y el pico de 136.47 keV de la fuente de Co-57 debido a que la resolución del detector no es muy buena y este pico aparece montado sobre el de 122.06 keV. Estos picos no se tuvieron en cuenta para realizar la calibración en energías.

Una vez que se determinó el canal en donde se encontraban los picos se utilizaron los valores tabulados de energía (Ver Ref. [1]), obteniéndose el gráfico de la Fig.2.

* viquibattelino@gmail.com

** gordillocarlosn@gmail.com

*** ja.garciap13@gmail.com

**** nguarin@unal.edu.co

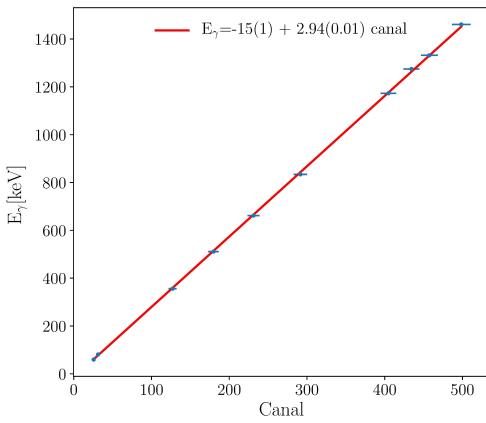


Figura 2. Energía de los fotones gamma en función del número de canal. La línea es el ajuste de los datos experimentales.

Cabe destacar que se realizó una medición del fondo, para poder eliminar las radiaciones del ambiente de las mediciones a realizar.

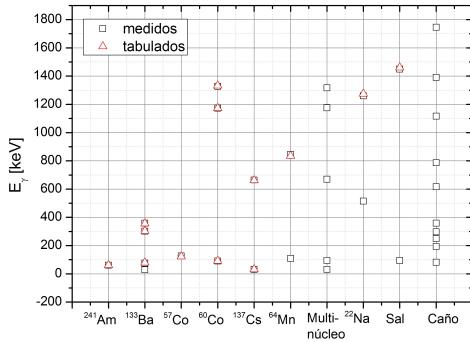


Figura 3. Gráfica de los valores de energía tabulados y los obtenidos en las mediciones para el Cs-137, Co-60, Ba-133, Am-241, Co-57, Mn-54, Na-22, sal, el material obtenido de una tubería por donde circulaba petróleo y el multi-núcleo.

En la segunda parte de la experiencia se quería determinar los núcleos que componen una muestra proveniente de los elementos depositados en una cañería por donde circulaba petróleo y de un multi-núcleo. El multi núcleo parece ser de Cs-137 y Co-60. El material extraído de la cañería contiene Ba-133, Pt-188, Ir-192, Ba-133, Pm-144, Es-252, Zn-65.

En la Fig.3 se muestra una gráfica de los valores de

energía tabulados (Ver Ref. [1]) y los obtenidos en las mediciones para las distintas fuentes.

En la Fig.3 notar que el valor de 514.2 keV que tiene el sodio es debido a la formación de pares.

II. CÁLCULO DE LA DOSIS ABSORBIDA

Para estimar la dosis de radiación absorbida en el laboratorio se realizó una estimación de la radiación total emitida por las muestras sobre el detector, y luego utilizando relaciones de proporcionalidad se estimó la dosis absorbida por las personas. Se dedujo la expresión (1), en la cual $\Delta t \approx 3h$ corresponde al tiempo total de medición, $T = 5\text{min}$ corresponde al tiempo que llevó realizar una medición, $r_{d_2} \approx 10\text{cm}$ es la distancia desde la fuente al detector, $r_{d_1} \approx 3\text{cm}$ es el radio del detector, la integral corresponde a la cantidad total de partículas emitidas, $\langle E_{Cs} \rangle = 661.7\text{keV}$ es la energía promedio del pico de cesio 137, $S_{persona} = 1.6\text{m} \times 0.5\text{m}$ corresponde al área de una persona considerada como un rectángulo, $\langle x \rangle \approx 1\text{m}$ corresponde a la distancia media de las personas a la fuente y $\sum m \approx 10^2$ es la suma de las masas de las personas.

$$D = \frac{\Delta t}{T} \frac{4\pi r_{d_2}^2}{\pi r_{d_1}^2} \left(\int n(E)dE \right) \langle E_{Cs} \rangle \frac{S_{persona}}{4\pi \langle x \rangle^2} \frac{1}{\sum m} \quad (1)$$

Se consideró que en promedio, la energía emitida por las fuentes es la correspondiente al cesio 137. La integral se calculó sobre el pico del cesio 137. Reemplazando todos los valores numéricos, resulta una dosis $D = 0.4\mu\text{Sv}$.

III. CONCLUSIÓN

Se estudió la emisión de radiación gamma de diferentes fuentes radiactiva mediante un detector de esta radación. Se midieron espectros típicos identificando las estructuras típicas y se realizó la calibración del detector. A partir de esta calibración fue posible caracterizar dos muestras cuya composición era desconocida (el multinúcleo y el material extraído de la cañería de petróleo). Se corroboró que la dosis absorbida fue menor al nivel de seguridad.

[1] NIST. *Fundamental Physical Constants*

[2] Knoll G. F. *Radiation Detection and Measurement*