

Medición de la actividad de una fuente de Am-241 obtenida por electrodeposición

Eduardo Cunya^{1,*}, Walter Cruz²

¹ Unidad de Materiales, Dirección de Investigación de Desarrollo, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

² Planta de Gestión de Residuos Radiactivos, Dirección de Servicios, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

Resumen

Se presenta el procedimiento realizado con una fuente 'gruesa' del radionucleido Am-241 depositada en una lámina metálica de oro y plata, obtenido de un pararrayo radioactivo, para diluirla en una solución y proceder a la separación química mediante una celda de electrodeposición y obtener una fuente 'fina'. Se muestran los resultados obtenidos por espectroscopia alfa y un estimado del valor de actividad de la fuente depositada.

Abstract

This report describes procedure done with a 'thick' source of Am-241 radionuclide deposited in a gold and silver foil from a radioactive lightning conductor to be diluted in a solution and carry out chemical separation by electrodeposition cell and get a 'thin' source. It also show the results obtained by alpha spectrometry and an estimate of the value of activity source deposited.

1. Introducción

La técnica de análisis elemental por Fluorescencia de Rayos X emplea generalmente una fuente de excitación controlada por un sistema eléctrico como es el caso de un tubo de rayos-X o un generador de haces de partículas cargadas, también son usadas fuentes de radiación gamma como el Cd-109, Fe-55, Am-241 o partículas alfa como el Po-210, Cm-244, entre otras; en nuestro caso, el interés es producir fluorescencia a partir de un campo de partículas alfa originadas por una fuente de Am-241, preparada por tratamiento electro-químico [1,2] de láminas de este radionucleido halladas en un pararrayos radioactivo. El empleo de esta fuente excitación de muestras amplia el rango de detección de elementos ligeros que están presentes.

Estudios similares se pueden revisar en las referencias [3,4]; en el presente trabajo se trata de determinar la máxima actividad de la fuente alfa obtenida (Am-241) por este procedimiento a fin de configurar una fuente de haces iónicos que produzca fluorescencia en la muestra (análisis PIXE).

2. Experimental

Se preparó un pequeño disco de aproximadamente 5 mm de diámetro en una

de las laminas donde se encuentra depositada la fuente de Am-241, luego del desmantelamiento del pararrayos en el Laboratorio de la Planta de Gestión de Residuos Radiactivos, referido como fuente 'gruesa'. Simultáneamente se preparó una solución ácida para diluir las láminas que contienen Am-241 y someterla a un proceso de electrodeposición, tal como se describe en la referencia [5], a la que denominamos fuente 'delgada' cuya máxima energía es 5.58 MeV. Para esta experiencia se agitó la solución a velocidad constante durante 2 horas. En la Figura 1 se observa la fuente obtenida en la electrocelda.



Figura 1. Fuente de Am-241 electrodepositada, delgada.

* Correspondencia autor: ecunya@ipen.gob.pe

2.1 Acerca del Procedimiento

Ambas fuentes obtenidas se midieron utilizando el sistema de espectroscopía integrado Alpha Analyst™ de la marca Canberra (Figura 2), el cual posee detectores de silicio planar (PIPS) de 400 mm² diámetro y una resolución de 18 KeV colocados en módulos de espectroscopía doble en sus respectivas cámaras de vacío (Figura 3), con un rango hasta 26.7 kPa. El rango de energía detectable es de 0 a 10 MeV y con resolución de conversión de 12 bits (con granularidad de 2.5 keV). La operación del espectrómetro es controlada por un computador mediante el software Alpha Analyst™ apropiado. El espectro del MCA adquirido tiene 1024 canales con una capacidad que supera las 4×10^9 cuentas por canal almacenado.



Figura 2. Sistema de espectroscopía alfa integrado.



Figura 3. Módulo de adquisición.

Durante la medición de la fuente gruesa (Figura 4) el espectro obtenido indica que toda la información queda enmascarada por

el ruido de medición, debido a que las alfas serán atenuadas antes que salgan de la fuente. Esta atenuación es producida por el gradiente dE/dx en el propio material de la fuente y el material que es usado para sellar la fuente [6]. Por lo tanto, aparecerá una campana sobre la zona de bajas energías a la izquierda del espectro.



Figura 4. Fuente gruesa de Am-241 (pararrayos).

3. Resultados y Discusión

Los datos de calibración de energía y calibración en eficiencia generados por el programa Apex-Alpha™ componente del software Genie™ encargado de controlar la operación del espectrómetro se representan en la Tabla 1 y 2, respectivamente. Para un tiempo vivo de adquisición de 11.5 minutos se obtienen los espectros de referencia y de la muestra fuente, ver Figura 5 y 6, en esta última se puede observar claramente la presencia de Am-241 caracterizado por la emisión alfa de 5.47 MeV.

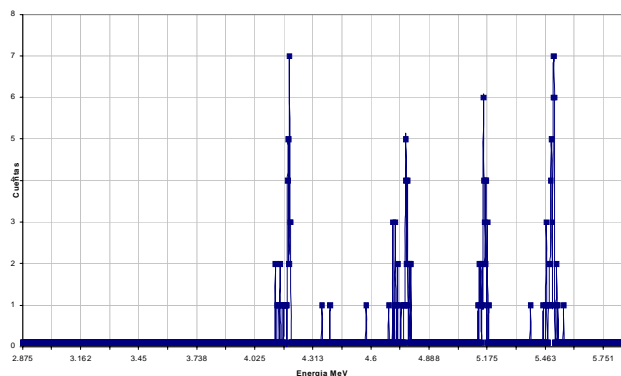


Figura 5. Espectro de calibración alfa mezclada, U-234, U-238, Pu-239 y Am-241.

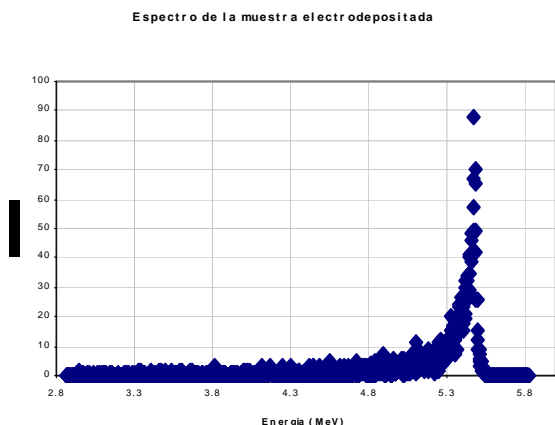


Figura 6. Espectro de Am-241 electro-depositado.

Tabla 1. Calibración en energía.

Energía MeV	Centroide	FWHM	TAIL
4.184	451.47	6.95	0.89
4.761	654.32	8.84	1.44
5.148	788.39	9.11	2.25
5.479	906.83	7.42	1.37

Tabla 2. Calibración en eficiencia.

Energía (MeV)	Eficiencia	Error
4.184	1.3420E-001	5.88E-003
4.761	1.3269E-001	5.85E-003
5.148	1.3309E-001	6.18E-003
5.479 ⁽¹⁾	1.3977E-001	6.21E-003

Tabla 3. Reporte de área de pico de la muestra.

Energía MeV	Área Neta	Error (%)	FWHM
5.288	556.0	4.24	30.9
5.464 ⁽²⁾	1636.0	2.47	23.1

⁽¹⁾Tolerancia de coincidencia de pico, 0.1MeV

⁽²⁾Errores comprendidos en 1 σ

Empleando la relación básica para el cálculo de la actividad de una fuente de tipo puntual [7].

$$\eta = \frac{R_N}{A_p} \times 100 \quad (1)$$

donde:

R_N , región neta

A_p , área de pico

η , eficiencia del sistema

utilizando los datos mostrados en la Tabla 3 en la ecuación (1) obtenemos una actividad de $125 \text{ dps} \pm 2.5\%$ para la muestra fuente.

4. Conclusiones

El método electroquímico utilizado es altamente eficiente en la preparación de un recubrimiento muy delgado del radionucleido Am-241 empleado como una fuente alfa. El fino espesor de la fuente –algunas micras– plantea el aumento del área de acumulación del material si requerimos actividades mayores; de otro modo, el efecto de auto-absorción provocaría la atenuación de la energía de las alfas, que se aprecia en una fuente de Am-241 de 1 mCi donde el grupo de alfas presentan una energía aproximada de 4.5 MeV. Al parecer es por esta razón que solo es posible obtener fuentes cuya actividad están en el orden de μCi a ηCi . Otro aspecto de importancia es la posibilidad de realizar experiencias con haces de partículas cargadas fundamento para el análisis basado en PIXE.

5. Agradecimientos

Los autores desean expresar su gratitud al Ing. Jorge Condori jefe de la División de Industria e Hidrología de la Dirección de Servicios y al encargado del Laboratorio de Instrumentación el Ing. Enoc Mamaní por permitirnos el uso de su sistema de espectroscopía alfa y demás facilidades brindadas para el trabajo. A la Ing. Paula Olivera por su valiosa ayuda en la elaboración de los espectros de energía y el cálculo de la actividad de la fuente. Al Lic. José Osoreo responsable del Laboratorio de Análisis Radio Ambiental de la Dirección de Servicios por la verificación de la medición de la actividad de fuente alfa obtenida.

6. Bibliografía

[1] Kihsoo Joe, Chang-Heon Lee, Byung-Chul Song, Young-Shin Jeon, Won-Ho Kim, Jeong-Kee Suh. Electrodeposition of ²⁴¹Am and ²⁴⁴Cm in Spent Nuclear Fuel Samples for Alpha-Spectrometry. Bull. Korean Chem. Soc. 2003; 24(5):657-660.

[2] Bajo S, Eikenberg J. Electrodeposition of actinides for alpha spectrometry. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. 1999; 242(3):745-751.

[3] United States Transuranium and Uranium Registries. Analytical Procedure

Manual. USTUR 500: Electrodeposition of Americium, Plutonium, Thorium, and Uranium. 2001. Disponible en: http://www.ustur.wsu.edu/PolicyProcedures/pdfs_ReadChem/USTUR_500.pdf

[4] Minematsu Denise, Dellamano José, De Jesus Ferreira Robson. Activity determination of the Am-241 sources from radioactive lightning rods. En: 2009 International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2009. Rio de Janeiro, RJ, Brazil, September 27 to October 2, 2009.

[5] Walter Cruz, Eduardo Cunya, Tommy Pretel. Recuperación del Americio 241 de los pararrayos por tratamiento químico. En: Instituto Peruano de Energía Nuclear. Informe Científico Tecnológico 2009. Lima: IPEN. 2010. p. 183-185.

[6] Duggan JL, Desmarais D. ORTEC AN34 Experiments in Nuclear Sciences.

[7] Tanarro Sanz A. Instrumentación nuclear. Madrid: Publicaciones Científicas de la Junta de Energía Nuclear; 1970.