

ESTUDIO SOBRE LA APLICACIÓN DE LA REACCIÓN DE DISPERSIÓN INELÁSTICA DE NEUTRONES PARA LA DETERMINACIÓN DE HIERRO

M. González y R. Espinosa
Dpto. de Física Nuclear
Universidad de Oriente

RESUMEN

Se realizan investigaciones preliminares sobre la posible aplicación de la reacción $(n, n' \gamma)$ para la determinación de Hierro, mediante el empleo de una fuente de neutrones de Am-Be y una instalación γ -espectrométrica monocanal con un cristal de centelleo de NaI (Tl) de 70 x 70 mm.

Se analiza el espectro de la radiación gamma que acompaña a los neutrones dispersados, inelásticamente identificándose el 1er. nivel de excitación del núcleo de Fe^{56} y estudiándose la variación de la intensidad de conteos gamma correspondientes a la desexcitación de este nivel con la variación de la concentración de Fe en muestras sintéticas preparadas. Se obtiene un grado de exactitud satisfactorio en las curvas de calibración para el rango de las macroconcentraciones (27-76 % de Fe_2O_3) de Hierro.

ABSTRACT

Preliminary investigations were made about the application of the reaction $(n,n'\gamma)$ in order to determine Iron by means of a neutrons source of Am-Be and a γ -ray one canal-spectrometer with a Na I (Tl) scintillator from 70 x 70 mm.

It has been analyzed the γ -ray spectrum that accompanied the inelastic neutrons, it was identified the first excited level of the nucleus from Fe^{56} and studied the variation of the γ -ray counting rate in correspondence to the decay from this level with the variation of the concentration of Iron in synthetical patterns. It has been obtained a satisfactory accuracy by the standard curves in the interval from the macroconcentrations (27-76 % de Fe_2O_3) of Iron.

INTRODUCCIÓN

La reacción nuclear de dispersión inelástica de los neutrones ha sido investigada para emplearla en el análisis de elementos químicos habiéndose aplicado fundamentalmente en la industria minera para las investigaciones sobre la hulla /1/. Este procedimiento no exige destrucción de la muestra permitiendo una evaluación muy rápida y sobre todo, da la posibilidad de trabajar con grandes cantidades de material.

A semejanza de la reacción de captura de neutrones térmicos la dispersión inelástica puede ser empleada para la determinación del contenido de Hierro, en régimen continuo, en distintos procesos industriales /2/.

En el presente trabajo se hace un estudio previo sobre la posibilidad del empleo de la dispersión inelástica de los neutrones para la determinación de Hierro con vistas a incorporar un ventajoso método de análisis en las tareas de explotación y procesamiento de los minerales lateríticos cubanos.

Se ha seguido un procedimiento sencillo, empleando una fuente radioisotópica de neutrones y un analizador monocanal gamma espectral con detector de centelleo. Esto contribuye a mantener en niveles bajos el costo de la investigación.

FUNDAMENTOS

La dispersión inelástica es el proceso predominante en la interacción de los neutrones rápidos con los núcleos de índice de masa intermedios /3/. El valor de la sección eficaz de reacción para la disp. inelástica de los neutrones rápidos para el Hierro es relativamente grande comparado con el de otros elementos presentes en las lateritas cubanas /4/.

Las características de la dependencia de la sección eficaz de reacción para la dispersión inelástica con la energía de los neutrones /5/ posibilita el empleo de fuentes de neutrones radioisotópicas.

Para el registro de la reacción se emplean en general dos variantes /4,6/:

- Análisis de los espectros energéticos de los neutrones dispersados
- Análisis de los espectros energéticos de los cuantos gamma "instantáneos" emitidos en el proceso simultáneamente con el neutrón dispersado.

En general es más compleja la primera vía de análisis por lo que en este trabajo se siguió el procedimiento basado en el registro de los cuantos gamma emitidos. En el caso de Hierro aparecen, entre otros, cuantos gamma de energía iguales a 847 Kev correspondientes al primer nivel de excitación del núcleo de Fe^{56} .

En el trabajo se investiga la posibilidad de desarrollar un método comparativo para la determinación de Hierro midiendo la intensidad de la radiación gamma correspondiente al 1er. nivel de excitación del Hierro 56.

EXPERIMENTOS Y RESULTADOS

Se empleó una geometría anular según se indica en la fig. 1 y una fuente de Am-Be cuya salida es de 1.3×10^6 neutrones/seg. Para el registro de los cuantos gamma fue empleada una instalación gamma-espectrométrica monocanal con un cristal de centelleo de 70 x 70 mm.

Un primer conjunto de experimentos se dedicó a la identificación de la reacción de disp. inelástica $Fe^{56} (n, n' \gamma) Fe^{56}$.

Para esto fueron empleados como muestras un disco de Hierro de 15 kg. y un patrón de Fe_2O_3 químicamente puro con un volumen de $3,300 \text{ cm}^3$. Se obtuvo un máximo bien definido correspondiente a la energía de 847 Kev, el que unívocamente se identificó como producido por la desexcitación del 1er nivel excitado del núcleo de Fe^{56} .

En una segunda parte se pasó a realizar el estudio de las características de la variación de la intensidad de cuantos registrados en el canal correspondiente a una energía de 847 Kev con la variación del contenido de Hierro en muestras de patrones sintéticos.

Se prepararon 6 patrones con un peso promedio de 4 kg. y un volumen constante de 3 300 cm³, compuestos de una mezcla de Fe₂O₃ químicamente puro y azúcar blanca cubriéndose un rango de concentración en peso de Fe₂O₃ entre 27 y 76 %. La irradiación del azúcar con neutrones rápidos presentó un espectro de radiaciones gamma con bajas intensidades de conteo.

Se realizaron 3 mediciones a cada patrón. Los ensayos se repitieron 3 veces variándose los tiempos de medición para un patrón, tomándose 2, 3 y 5 min. Un ensayo adicional se efectuó para el tiempo de medición de 5 min. Como ejemplo ilustrativo en la fig. 2 se muestran los resultados para un tiempo de medición, de un patrón, de 5 min.

El análisis estadístico de los resultados /8/ mostró que las curvas de la dependencia de la intensidad de conteos con la variación de la concentración de Hierro, pueden considerarse líneas rectas, para el caso de tiempos de medición de 3 y 5 min. Las desviaciones relativas de los valores de la concentración, según la recta de los mínimos cuadrados, respecto a los valores reales conocidos, fueron menores para el tiempo de medición de 5 min. observándose desviaciones máximas de 10%.

CONCLUSIONES

Es posible la determinación de macroconcentraciones (27-76 % de Fe₂O₃) de Hierro en muestras de grandes dimensiones, midiendo la radiación gamma correspondiente a 847 Kev al producirse la reacción nuclear de dispersión inelástica de los neutrones procedentes de una fuente de Am-Be.

BIBLIOGRAFÍA

- /1/ Allan, D. y otros. Anal Chim Acta Vol 53 No. 2 (1971).
- /2/ Ljunggren, F. y Christell, R. Nuc. Tech in Geochem and Geophy. Proc of a Panel, IAEA, Vienna (1976).
- /3/ Segré, E. Exp. Nuc. Phy. Tomo I Pergamon Press (1959)
- /4/ Pasechnik, M. Acta Conf. Intern. sobre la Utilización de la Energía Atómica con fines Pacíficos. Vol. II Public de Naciones Unidas, Ginebra (1955).
- /5/ Walt, M. Acta Conf Intern sobre la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos. Vol. II Public de Naciones Unidas, Ginebra (1955)
- /6/ Hughes, D. Neutron Cross Sections. Pergamon Press (1957).
- /7/ Day, R. Acta Conf. Intern sobre la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos. Vol. II Publicación de Naciones Unidas, Ginebra (1955).
- /8/ González-Posada, M. Trabajo de Diploma, Universidad de Oriente (1981).

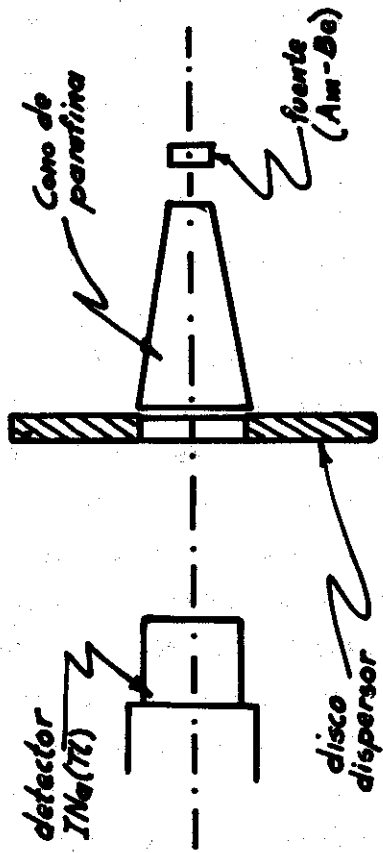


Figura 1: Geometría para la medición

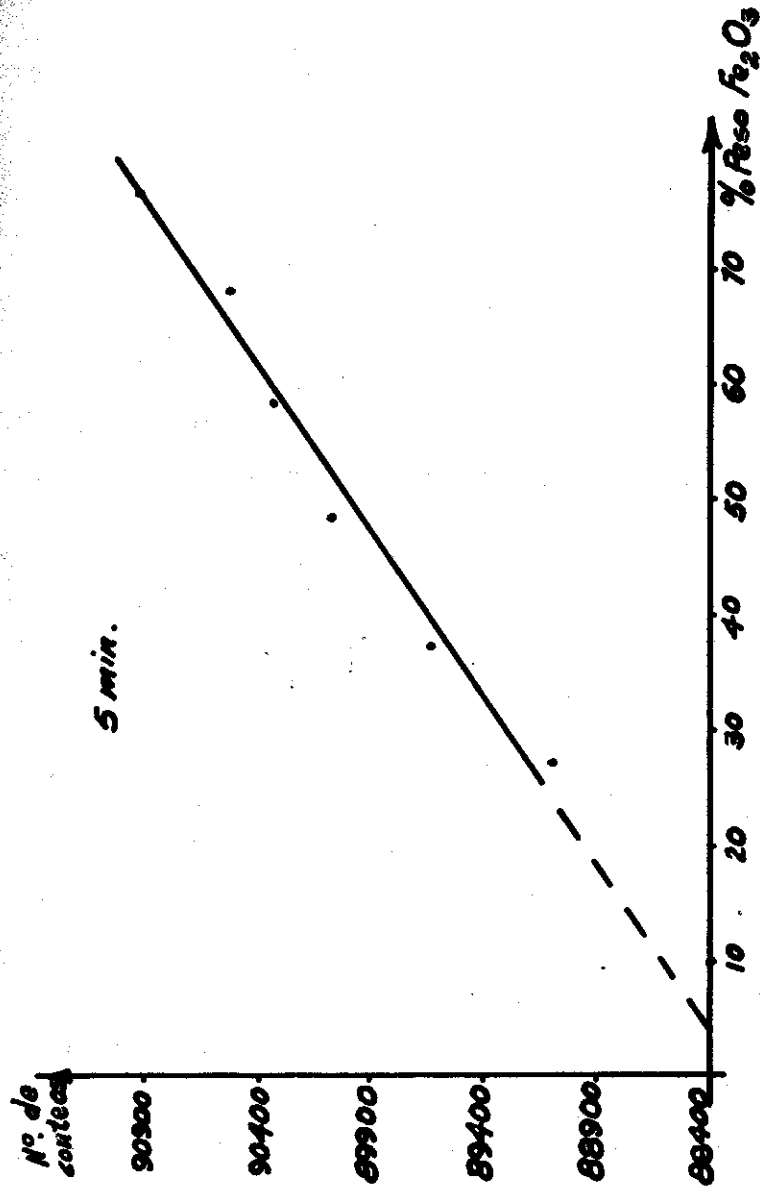


Figura 2: Dependencia del número de conteos con la variación de la concentración de Hierro.