

INVESTIGACION DE NUEVO METODO DE SEPARACION DE LA LINEA ANALITICA EN ANALISIS ROENTGENOESPECTRAL SIN DISPERSION

JOSE ROIG, JUAN MEITIN, LOURDES MORAN, BORIS VERJOVSKY,
LEL MELTZER

(Trabajo recibido en octubre de 1968)

INTRODUCCION

Por sus recursos en mineral de Níquel, Cuba está entre los primeros países del mundo, por eso el Gobierno Revolucionario de Cuba da una gran atención a las investigaciones para impulsar y mejorar los procesos industriales de la extracción de dicho mineral.

Uno de los parámetros más importante que es necesario determinar en la industria del níquel, es la concentración de este elemento en el mineral. Actualmente, esta determinación se realiza por métodos químicos convencionales, los cuales son muy lentos para las muestras sólidas, pues demoran de ocho a diez horas en dar el resultado del análisis. Como consecuencia de esto no es posible tener un control de la cantidad de níquel procesado, instantáneamente, y, el análisis químico sólo sirve para tener una idea de los procesados. De esta manera, en ocasiones se pierde reactivo, cuando el contenido de níquel es menor del supuesto en el mineral, o se pierde níquel en las colas, cuando el contenido real de níquel es mayor del supuesto. Es pues evidente, la necesidad de desarrollar un método rápido para el control operativo de las concentraciones de níquel en el mineral. Como principio de trabajo de este método, se propone en el presente proyecto, utilizar la radiación característica de los elementos, excitada mediante una fuente radiactiva conveniente [3].

El mineral procesado se caracteriza por una ausencia práctica de elementos más pesados que el níquel, por eso la separación de la radiación característica emitida por el níquel puede ser realizada con un dispositivo, al cual se le ha llamado radiador [1, 4].

Otros métodos tal como el de los filtros diferenciales, [2] no es conveniente porque el mineral contiene Ni en un 1% con variaciones de 0.1% alrededor de este valor, y Fe de un 30-50%. Entonces la diferencia de conteos individuales serían grandes, por lo que el error estadístico sería grande en la determinación del níquel. Además el balance, de los filtros es siempre un problema difícil.

En la técnica de medición, el problema principal es separar la raya característica del Ni, de la raya característica del Fe. Las rayas K de estos

CENIC

Publicación periódica del Centro Nacional de Investigaciones Científicas.

Serie B. Ciencias Físicas

Vol 1. No. 2. Diciembre de 1969

Investigación de un nuevo método de separación de la línea analítica en análisis roentgenoespectral sin dispersión.

elementos se diferencian en sólo 1 Kev, por lo que su separación mediante espectrómetros electrónicos, es imposible.

El radiador tiene como único objetivo la separación de estas rayas, permitiendo la detección del níquel. Su principio de trabajo se basa en las propiedades del coeficiente de absorción de Rayos X de los elementos [3, 4]. (El fundamento es similar al de los filtros diferenciales, pero en este caso se trabaja con la emisión y no con la absorción). Si se revisan las curvas del coeficiente de absorción másico del Fe para las rayas K del Fe y del Ni, se encuentra que para la energía del Ni este es igual a $400 \text{ cm}^2/\text{g}$, y para la energía del Fe, vale sólo $77 \text{ cm}^2/\text{g}$, [1] donde la energía del Ni es suficiente para excitar la capa K del Fe, pero el Fe no puede excitarse a sí mismo. Tampoco los otros elementos más ligeros que el Fe pueden excitarlo.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, si la radiación de la muestra excitada mediante una fuente, se hace incidir sobre una placa de hierro, ésta emitirá una radiación secundaria que será la radiación característica del hierro, excitada por la radiación del Ni presente en la muestra, y por lo tanto será una función de esta última. La radiación emitida por la placa puede discriminarse mediante un analizador de amplitudes, con el cual puede separarse la raka K del hierro, de otras rayas que pueda emitir la placa. Estas rayas sí se pueden separar electrónicamente. Como la radiación de níquel de la muestra deberá depender proporcionalmente a la cantidad de este elemento presente en la primera, [2, 3] entonces, al medirse la radiación de la placa de hierro, que como se dijo, depende de la radiación de níquel, se estará midiendo indirectamente la concentración de níquel en la muestra.

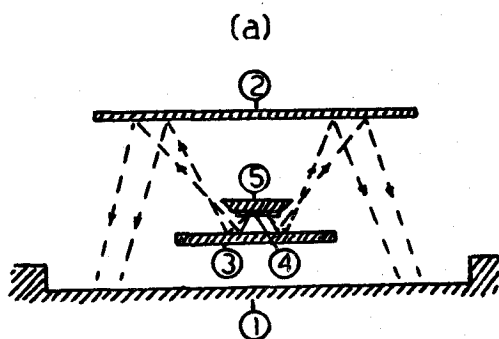
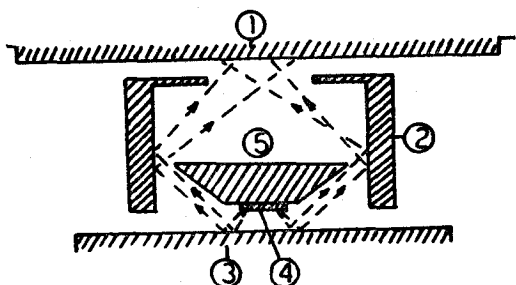
Diseño del radiador

En el diseño de una forma específica de radiador, debe tenerse en cuenta que la radiación directa de la muestra, no debe llegar al detector. Además debe tener una forma cómoda para la colocación de muestras.

El primer radiador ensayado era cilíndrico y se muestra en la Fig. 1 a. Con este se observó que efectivamente podía separarse la raya del níquel, pero la cantidad de pulsos recibida no era muy grande y los errores estadísticos en consecuencia, eran apreciables.

Después se ensayó un radiador plano, mostrado en la Fig. 1 b. Este dio mejores resultados respecto a la cantidad de pulsos, la cual, comparada con el radiador cilíndrico era mucho mayor pero la colocación de muestras en este radiador era complicada por lo que se decidió no emplear esta geometría.

Se pasó entonces al estudio de un tercer modelo, el cual constituyó el modelo principal investigado.



(b)

FIG. 1 a) Radiador cilíndrico. Primer modelo
 b) Radiador plano
 1. Detector de radiación
 2. Radiador
 3. Muestra
 4. Fuente de radiación
 5. Blindaje de fuente.

El esquema de este radiador se muestra en la Fig. 2. Consta de un cilindro de hierro hueco, que es el radiador propiamente dicho, con una altura L y un radio interior R . (El radio exterior puede ser cualquiera siempre que sea lo suficientemente mayor que R para que las paredes no sean transparentes), un tabique exterior para evitar el paso directo de la radiación de la

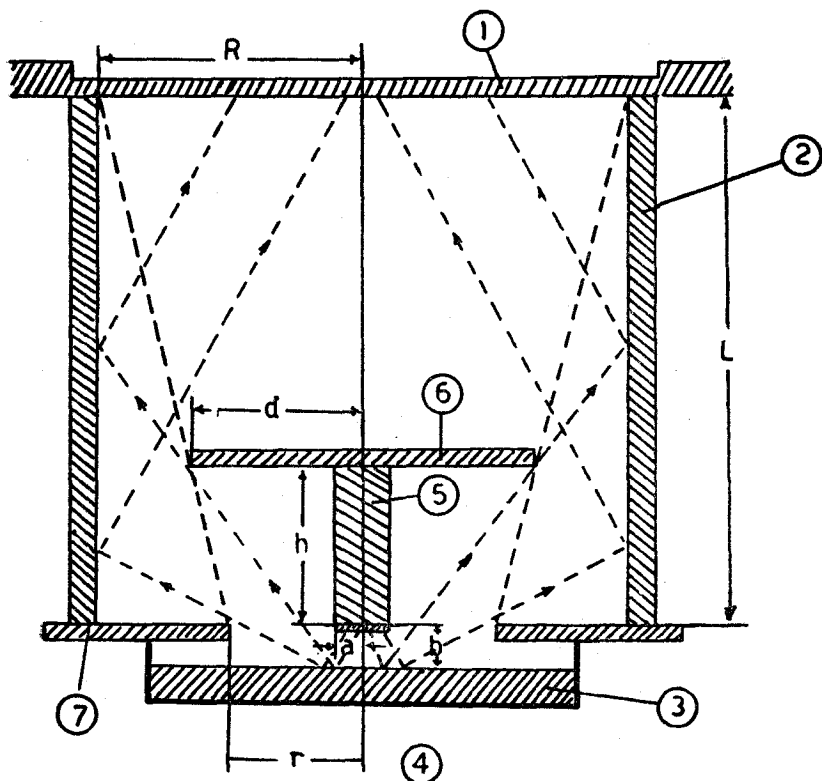


FIG. 2. Radiador cilíndrico

1. Ventana del detector proporcional
2. Radiador
3. Muestra
4. Fuente de radiación
5. Soporte
6. Tabique interior
7. Tabique exterior.

muestra, con radio interior r , (el radio exterior puede ser cualquiera mayor que R), un tabique interior que complementa la función del tabique exterior de radio d , y un soporte para este tabique, de altura h . La superficie inferior del soporte lleva la fuente radiactiva, de radio a y queda en el mismo plano de la parte inferior del cilindro. De ahora en adelante sólo se hará referencia a la magnitud que interesa de cada una de estas en el problema estudiado. Por ejemplo, en lugar de hacer referencia al tabique exterior, se nombrará simplemente a r). Estas cinco variables deben cumplir la condición de que:

$$(R - r) / L = (R - d) / (L - h) \quad (1)$$

la cual significa físicamente que no pase la radiación directa de la muestra al detector. Esta ecuación relaciona las cinco variables, y por tanto sólo quedan cuatro independientes.

Diseño teórico

Antes de pasar a describir los experimentos realizados, debe decirse algo acerca de la posibilidad de calcular teóricamente los parámetros óptimos del radiador. El problema consistiría en encontrar una función de todos los parámetros que diera la intensidad de la radiación que llega al detector en función la intensidad que emite la muestra. Se puede llegar a una expresión algo aproximada mediante tres hipótesis simplificadoras:

i) La radiación de un punto de la muestra está contenida en el plano definido por dicho punto y el eje de simetría del cilindro.

ii) La radiación de la muestra es homogénea, o sea cada punto de la muestra emite la misma intensidad de radiación.

iii) La emisión de la muestra es isotópica, o sea, cada punto emite radialmente el conjunto de valores óptimos.

La primera hipótesis permite reducir el problema en el espacio a un problema plano, y es una restricción fuerte pues desprecia la radiación que cada punto emite fuera del referido plano, la cual es bastante grande. La segunda hipótesis no es enteramente correcta porque en la práctica la muestra no es uniformemente irradiada. Y la tercera hipótesis es cierta para elementos puros pero no es estrictamente cierta para muestras de Fe y Ni, porque como hemos visto, el primero absorbe fuertemente la radiación del segundo, con lo cual se produce una distribución de la radiación del níquel que presenta un máximo a 90 grados de la superficie de la muestra, pero en otras direcciones debe disminuir porque debe haber más cantidad de hierro, ya que la radiación recorre más espesor de la muestra.

A pesar de todas estas hipótesis que alejan de la realidad el resultado teórico obtenido, la expresión para el flujo de radiación que recibe el detector es:

$$J = \frac{\eta_r N_i}{\pi^2} \int_{a - \frac{b}{L}(d-a)}^{\frac{b}{L}R - (1 + \frac{b}{L})r} dx \left[\int_{\frac{u}{r-x}}^{\frac{(R+d)(L+b) - 2R(L-h)}{(R+d)(R-x)}} \tan^{-1} \left\{ \frac{R-d}{h+b - (R-x)u} \right\} \frac{1}{1+u^2} du + \right. \\ \left. + \int_{\frac{h+b}{d-x}}^{\frac{(R+d)(L+b) - 2R(L-h)}{(R+d)(R-x)}} \tan^{-1} \left\{ \frac{2R}{L+b - (R-x)u} \right\} \frac{1}{1+u^2} du \right] \quad (2)$$

Investigación de un nuevo método de separación de la línea analítica en análisis roentgenoespectral sin dispersión.

donde:

η = eficiencia del radiador (cantidad de los cuantos característicos de Fe emitidos por cada cuanto característico de Ni que incide en el radiador).

N_1 = cantidad de los cuantos característicos de Ni emitidos en 1 seg. por unidad de longitud de la muestra (en la aproximación plana).

A esta expresión hay que aplicarle máximo y mínimo para cinco variables con una ligadura, y como se ve, es un problema de difícil solución a pesar de las simplificaciones introducidas. Por esto se decidió encontrar experimentalmente el conjunto de valores óptimos.

Radiador experimental

Para encontrar los parámetros óptimos del radiador cilíndrico, se construyó un set que permitía armar una gran cantidad de radiadores de diversas dimensiones. Las componentes del set se muestran en la Fig. 3. [Un radiador ensamblado del set se muestra en la Fig. 4].

La idea de este set es encontrar experimentalmente los valores óptimos de L , R , h , y r , para lo cual basta con montar radiadores de diferentes dimensiones y los conteos que se reciban con una muestra formada por una placa de níquel puro. Simultáneamente se puede estudiar la selectividad del dispositivo para el níquel respecto al hierro, midiendo los conteos que se obtengan utilizando como muestra una placa de hierro puro.

El set construido para la investigación permite las siguientes posibilidades de variación de las magnitudes que intervienen en el problema:

$L(mm)$	$h(mm)$	$R(mm)$	$r(mm)$	$d(mm)$
10.0	5.0	12.7	7.0	9.0
20.0	15.0	15.3	8.0	9.5
30.0	20.0	17.6	9.0	10.0
40.0	25.0		10.0	10.5
50.0	30.0		11.0	11.0
60.0	35.0		12.0	11.5
70.0	40.0		13.0	12.0
	45.0		14.0	12.5
	50.0		15.0	13.0
	55.0			13.5
	60.0			14.0
	65.0			14.5
				15.0
				15.5
				16.0
				16.5
				17.0

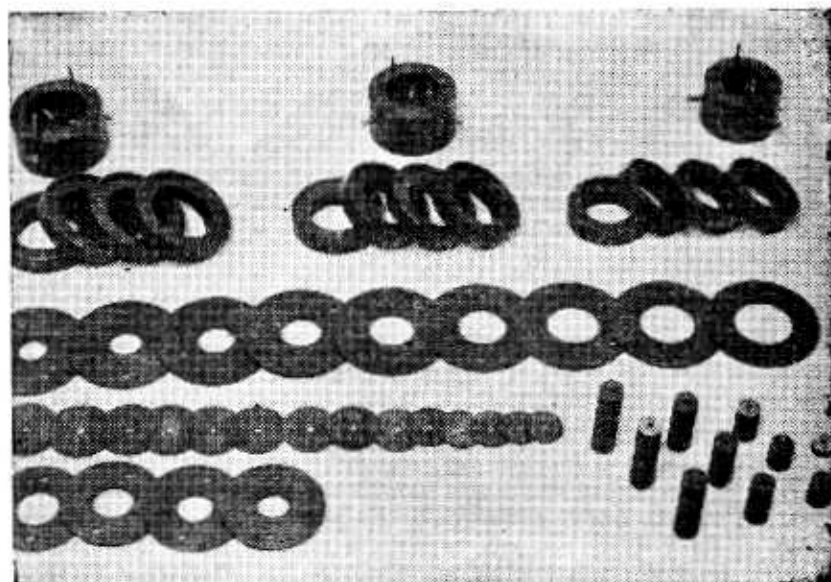


FIG. 3 Juego de radiadores cilíndricos

1. Base del radiador
2. Anillos del radiador
3. Tabiques exteriores
4. Soporte
5. Tabiques interiores.

Se ha elegido en este trabajo como variable dependiente, la variable d . Esta elección, aunque se puede hacer arbitrariamente con cualquier variable, se ha hecho por una razón práctica. La variable d corresponde a un conjunto de discos de fácil construcción. Además, el diseño se simplifica pues para cada selección de L , R , h , r , la de correspondiente es fácil de cambiar, en el equipo.

Equipos utilizados

La vista general del equipo utilizado se muestra en la Fig. 5. Los cuantos de radiación característico se registran con un contador proporcional (3) tipo PX 130/f de la casa 20th Century Electronics Ltd., England, lleno con argón. Posee una ventana de Berilio cuyas dimensiones son 128 mm x 52

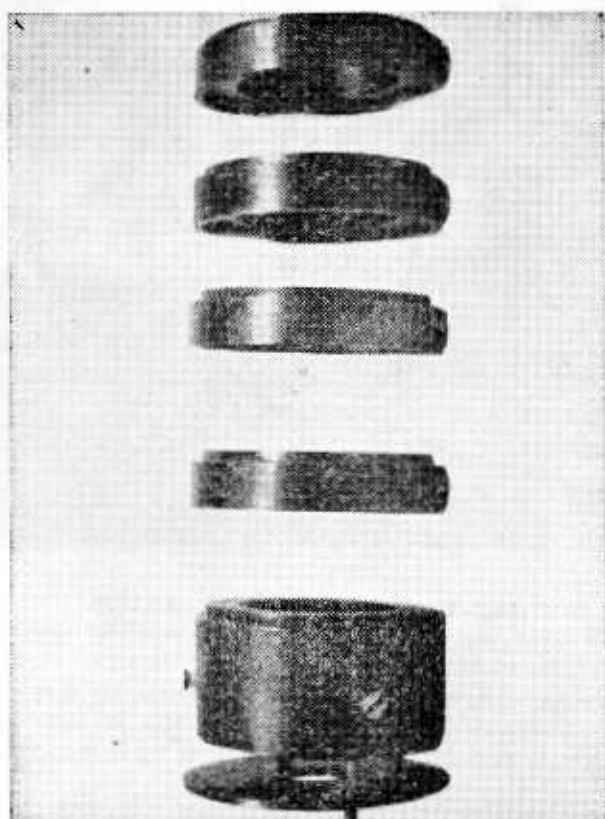


FIG. 4 Radiador cilíndrico ensamblado

mm y un espesor de 0.25 mm. Los pulsos del contador se amplifican en un preamplificador transistorizado (4) y pasan a un espectrómetro automático (5) NE 8603 de la Nuclear Enterprises Ltd. England. Para efectuar conteos precisos se utiliza un contador de pulsos (scales) (6) NE 5079 de la misma casa.

Fuente radioisotópica

La fuente radiactiva utilizada es de zirconio-tritio, la cual emite radiación de Bremsstrahlung con energías entre cero y 18 KeV, teniendo el máximo de emisión alrededor de 8 KeV, que es precisamente el orden de energía

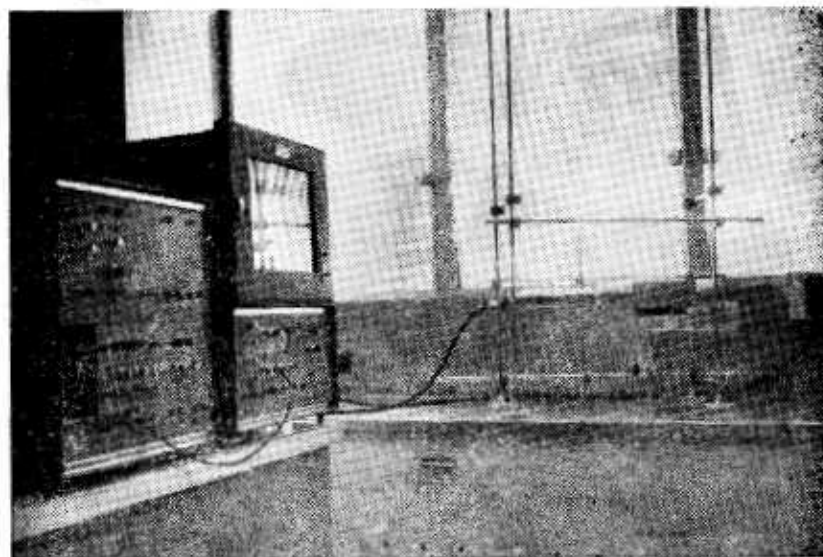


Fig. 5 Instalación

1. Muestra
2. Radiador
3. Contador proporcional
4. Preamplificador
5. Espectrómetro monocanal automático
6. Scaler.

necesaria para excitar el níquel de la muestra. La fuente tiene una actividad de 2 curie aproximadamente y un radio de 5.5 mm.

Radiador cilíndrico. Resultados experimentales

El estudio de los radiadores cilíndricos se divide por partes investigándose por separado la influencia de cada parámetro geométrico. En este informe se presentan los experimentos más representativos del comportamiento de los radiadores cilíndricos.

El primer experimento que se presenta, permite obtener un criterio sobre el valor óptimo de r . En la curva d ela Fig. 6 se muestra los resultados obtenidos para dos radiadores de diferentes alturas 10 y 40 mm. diferentes alturas de soporte 5 y 20 mm respectivamente, igual radio 17.6 mm. y se ha variado r ; se observa que el valor de re para el cual el conteo es máximo,

Investigación de un nuevo método de separación de la línea analítica en análisis roentgenoespectral sin dispersión.

es: r igual 12.0 mm. En la curva de la Fig. 7 se muestran los resultados de otro experimento similar, donde se utilizan otros valores para $L = 30$ mm, $R = 12.7$ mm y $h = 15$ mm. Para este experimento el r óptimo es 8.0 mm. Si se calcula el radio medio respecto al radio del radiador y el radio de la fuente, resulta para el de R igual 17.6 mm, que el radio medio será: 11.5 mm y para el radiador de R igual a 12.7, el radio medio será: 9.1 mm. Observando los gráficos de los referidos experimentos, se puede concluir, ya que en ambos casos, para radiadores diferentes, el r óptimo queda cercano al radio medio

$$r_{opt} = \frac{R + a}{2} \quad (3)$$

que este sirve como criterio para escoger las dimensiones del tabique exterior dado un radiador de radio R determinado. Como se ve de los gráficos, lo anterior se puede afirmar con un error menor de un milímetro.

Las curvas fueron extrapoladas hasta el conteo/seg igual a cero mediante dos criterios.

1. Cuando r es igual al radio de la fuente, queda bloqueado el paso a las radiaciones por lo que para este valor de r , la curva debe pasar por cero intensidad.

2. Cuando r es igual a R , d también debe ser igual a R para evitar el paso de las radiaciones directa, pero entonces no puede pasar ninguna radiación por lo que la curva deberá también pasar por cero intensidad.

Las condiciones del umbral y la ventana (en el analizador de amplitud) se escogen de forma tal, que la raya del hierro, que es la radiación detectada por el contador, queda en la posición del umbral más la mitad del ancho de la ventana.

Una vez obtenido un criterio para seleccionar el valor óptimo de r , se pasa a un experimento que tiene por objeto encontrar un valor óptimo para R . Los resultados de este experimento se muestran en la Fig. 8. Esta se obtuvo para dos valores diferentes de $L = 40$ y 60 y $h = 30$ y 45 mm respectivamente. El valor para r se escogió de acuerdo con el criterio de semisuma de los radios de la fuente y el radiador, con lo cual se garantizó que en cada caso el conteo fuese máximo respecto a la variable r .

Como se aprecia del gráfico los conteos aumentan rápidamente con R , no encontrándose dentro del rango del set utilizado un máximo absoluto. Más adelante se mencionarán las experiencias con radiadores rectangulares donde se ve que inclusive dentro del rango de las dimensiones del detector utilizado no se encuentra un máximo, resultando para esta variable que las dimensiones de la ventana del detector constituyen un valor óptimo práctico. Por supuesto que a partir de cierto valor de R la curva de R intensidad deberá tender a cero pues al aumentar R aumenta la distancia de la fuente al radia-

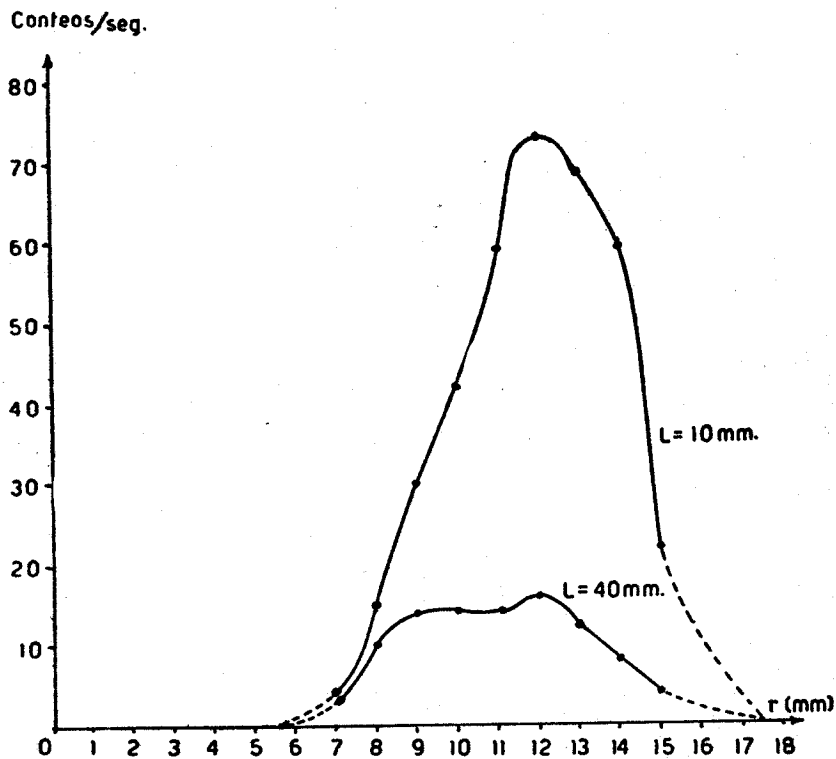


FIG. 6 Curva de cuantos registrados por seg. (conteos/seg) vs radio del tabique exterior (r) para el radiador de $R = 17.6 \text{ mm.}$

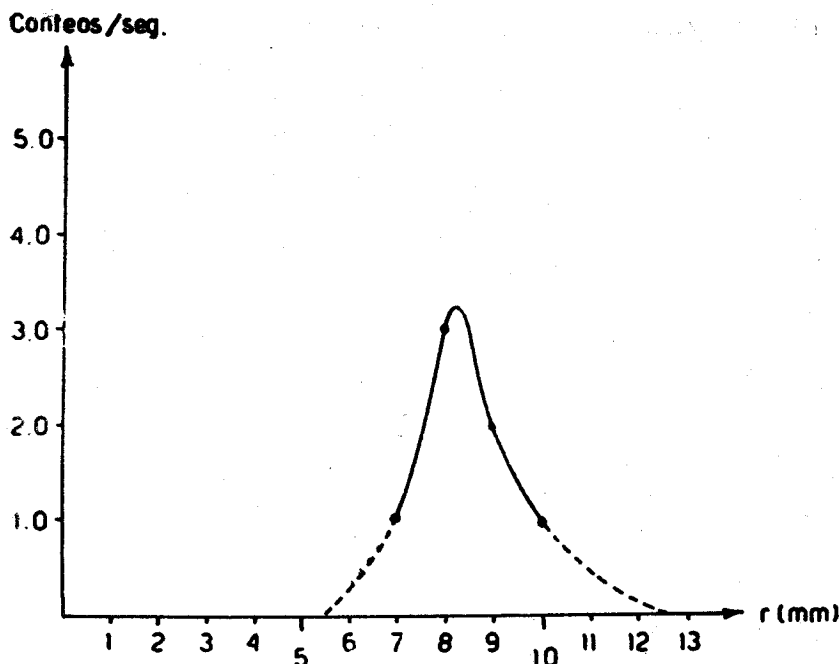


FIG. 7 Curva de cuantos registrados por seg ($\frac{\text{conteos}}{\text{seg}}$) vs radio del tabique exterior (r) para el radiador de $R = 12.7$ mm.

donde y por lo tanto la intensidad del flujo que a éste llega disminuirá de acuerdo con una ley de inverso cuadrado. De aquí que la curva deberá presentar un máximo absoluto para algún valor de R . Como conclusión de esta investigación se puede decir que el valor óptimo de R será el mayor posible (dentro de las dimensiones de la ventana del detector utilizado):

$$R_{\text{opt}} = R_{\text{ventana}} \quad (4)$$

Este es el valor óptimo práctico para ventanas circulares. Para ventanas rectangulares deberá tomarse un radiador rectangular de iguales dimensiones que la ventana. Sobre esto se volverá más adelante detalladamente. Un experimento realizado con $R > R_{\text{ventana}}$ probó que en ese caso obtenían peores resultados lo cual demuestra que el criterio (4) es correcto, dentro de las dimensiones de ventanas disponibles actualmente.

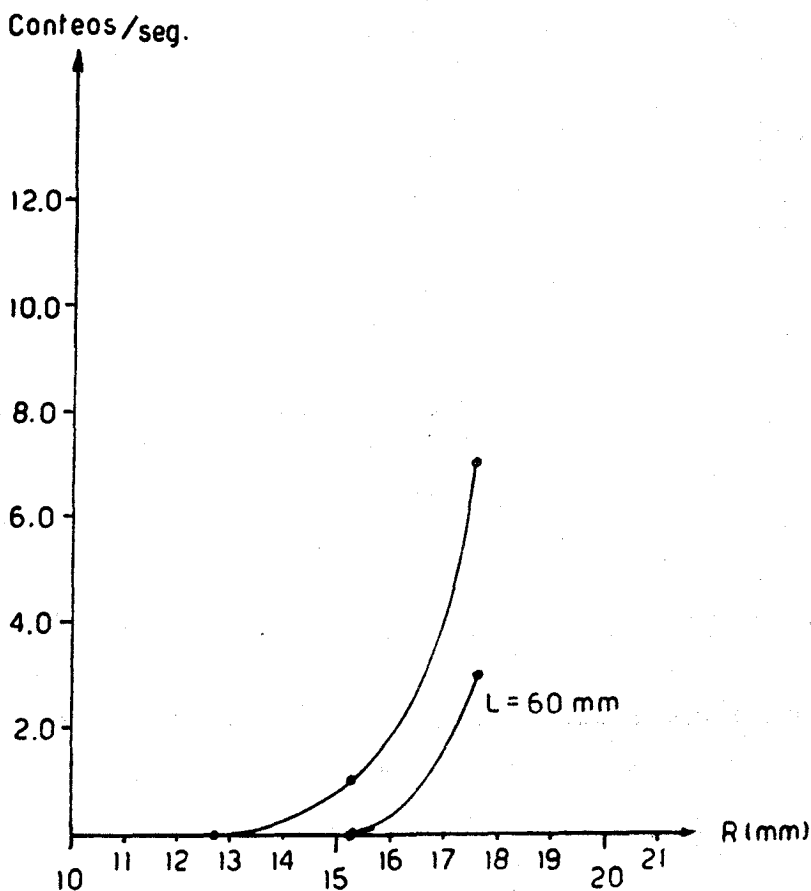


Fig. 8.

FIG. 8 Curva de cuantos registrados por segundo ($\frac{\text{conteos}}{\text{seg}}$) vs de radio del radiador (R).

Investigación de un nuevo método de separación de la línea analítica en análisis roentgenoespectral sin dispersión.

La curva de la Fig. 9 corresponde a un experimento orientado a la determinación de un valor óptimo para L . En este se utiliza el mayor valor disponible para R de acuerdo con las posibilidades del set. Igualmente se utiliza el valor óptimo de $r = 12$ mm. El experimento se realiza con diferentes valores de h , encontrándose una fuerte dependencia del óptimo de L con el valor de h . A medida que aumenta el valor de h disminuye el número de puntos de las curvas porque por una parte el valor mínimo de L es h ya que en ese caso d se hace igual a R , y no puede pasar ninguna radiación y el valor máximo posible que se pudo emplear en este experimento fue 40.0 mm. Sin embargo las curvas experimentales pueden extrapolarse siguiendo el razonamiento anterior, o sea, cuando L es igual a h , no puede pasar ninguna radiación por lo que el punto correspondiente a $L = h$ y $c/\text{seg} = 0$ debe pertenecer a la curva. Por otra parte a medida que aumente L , la muestra se alejará del detector, disminuyendo los conteos con L de acuerdo con una ley de inverso cuadrado. Como se ve del gráfico correspondiente a la curva Fig. 9 el valor óptimo de L depende de h , aumentando el mismo cuando aumenta el valor de h . La curva de más pulsos resulta ser de $L = 10$ mm para $R = 17.6$ mm. De aquí se puede concluir un criterio muy aproximado

$$L_{opt} = 0.5 - 0.7 R_{opt} \quad (5)$$

el cual se comprueba en los experimentos con radiadores rectangulares.

La curva de la Fig. 10 corresponde al mismo experimento de la curva de la Fig. 9, con la diferencia de que se construyen los gráficos de h vs c/seg para diferentes valores de L con el objeto de ilustrar mejor una conclusión que se puede sacar de la curva anterior, y es que el mejor valor de h resulta ser el más pequeño. Las curvas se pueden extrapolar de acuerdo con los criterios anteriores, añadiendo que cuando h tiende a cero, d tiende a r y la radiación tiende a cero por lo que la curva debe comenzar en el origen. Así se puede inclusive construir la curva para L igual, a 10.0 mm que sólo tiene un punto experimental. De esta curva se ve que $h_{opt} = \frac{lopt}{2}$

(6)

En este experimento se obtiene el mejor radiador de los probados el cual resultó ser el de dimensiones:

$$R = 17.6 \text{ mm} \quad L = 10.0 \text{ mm} \quad r = 12.0 \text{ mm} \quad h = 5.0 \text{ mm}$$

El criterio dado en la fórmula (6) fue verificado en los experimentos con radiadores rectangulares, lo cual será explicado más detalladamente.

Radiador rectangular. Resultados experimentales

Como se dijo anteriormente, no fue posible encontrar un límite determinado para la variable R . Se pensó entonces en aprovechar el área total de la ventana del detector. Para ello se construyó un radiador rectangular, siguiendo

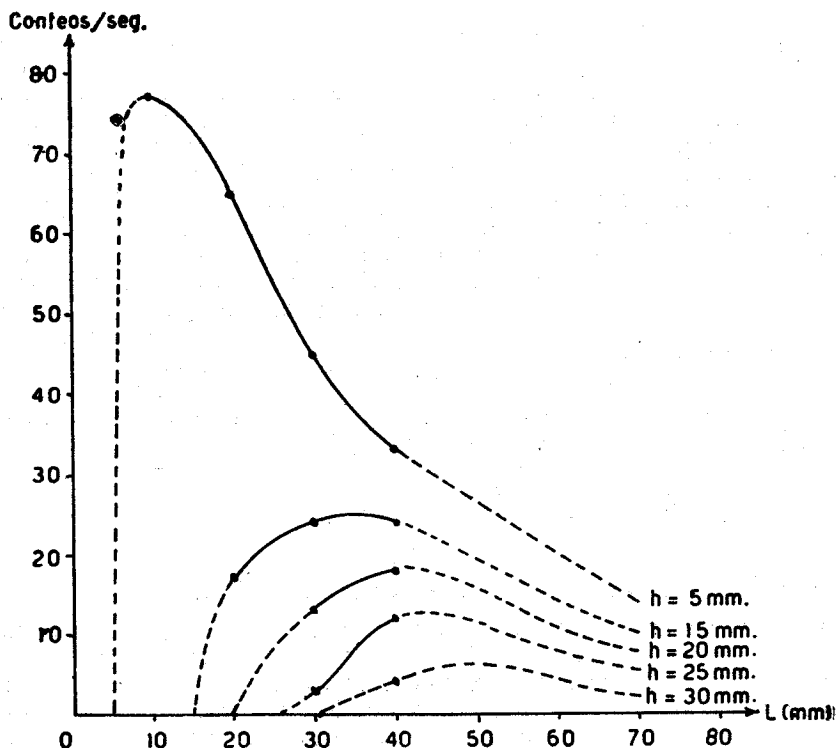


FIG. 9 Curva de cuantos registrados por segundo ($\frac{\text{conteos}}{\text{seg}}$) vs altura del radiador (L), para $R = 17.6$ mm.

do los mismos criterios obtenidos para dimensiones óptimas, las secciones transversales del radiador rectangular se muestran en la figura 11.

Consta de dos partes iguales, separadas por un tabique de hierro con el propósito de aprovechar la radiación que se dirija al centro del mismo. Cada parte lleva una fuente radiactiva, colocada en su centro.

Para comprobar la veracidad de los criterios utilizados, se construyó un set similar al de los radiadores cilíndricos, pero más limitado en posibilidades. Esta investigación se realizó utilizando una de las mitades del radiador

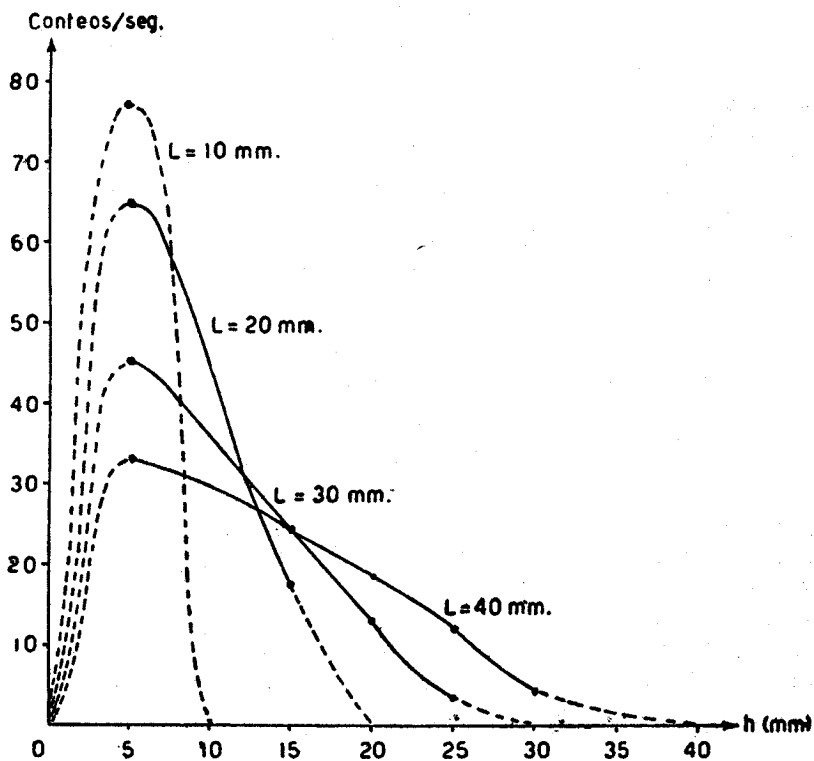


FIG. 10 Curva de cuantos registrados por segundo ($\frac{\text{conteos}}{\text{seg}}$) vs altura del soporte (h), para $R = 17.6$ mm.

rectangular, para evitar la construcción de un set doble. El set utilizado permite las siguientes posibilidades.

D_a (mm)	D_b (mm)	h (mm)	r_a (mm)	r_b (mm)	d_a (mm)	d_b (mm)
64.0	52.0	5.0	30.7	25.0	47.4	38.5
		10.0	37.1	30.2	50.6	40.6
		15.0	43.5	35.3	53.8	43.8
			50.0	40.5	57.0	46.2

La altura L del radiador fue seleccionada siguiendo el criterio dado por la fórmula (5) por lo tanto $L = 20\text{mm}$. El mejor tabique exterior resultó ser el segundo de los relacionados en la tabla anterior, al cual corresponde al segundo tabique interior de los relacionados. Estas dimensiones corresponden aproximadamente a la semisuma de las dimensiones de la parte del radiador utilizada (D_a y D_b) con el diámetro de la fuente 2a.

$$r_{a_{opt}} = a + \frac{D_a}{2} \quad r_{b_{opt}} = b + \frac{D_b}{2} \quad (7)$$

En la Fig. 12 se muestran los resultados del experimento que permitió establecer lo anterior. La parte en trazo discontinuo es una extrapolación efectuada con el método explicado anteriormente. La curva respecto a r_b no es necesario realizarla por existir una proporcionalidad directa entre r_a y r_b .

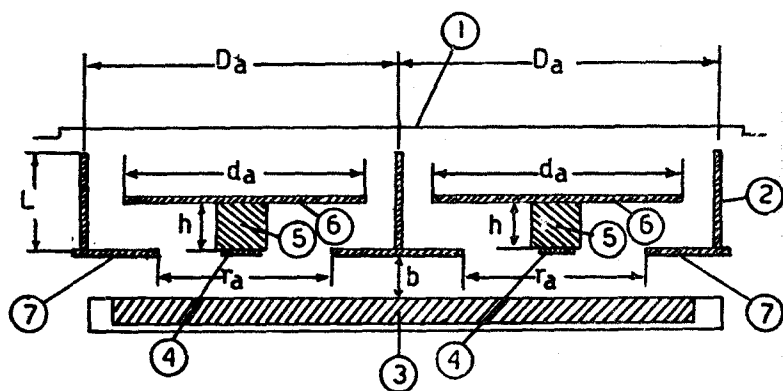
En la Fig. 13 se muestra la curva de un experimento que permitió establecer el cumplimiento de la fórmula 6 encontrada para radiadores cilíndricos. Como se ve, el máximo de esta curva ocurre en el valor de h correspondiente a esta relación.

La magnitud más importante es la selectividad del radiador. Por esto se entiende la relación entre la cantidad de pulsos registrados para níquel puro y la cantidad de pulsos registrados para hierro puro. (I_{ni}/I_{fe}).

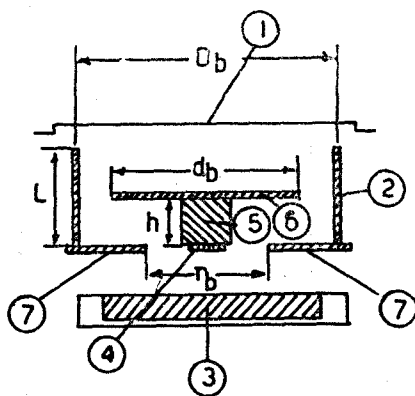
Esta magnitud determina a que variaciones en el tanto por ciento de la concentración de níquel es sensible el radiador frente a variaciones en la concentración de hierro. En los experimentos realizados fue medida la cantidad de pulsos producida por una muestra de hierro puro. Se encontró que para los mejores radiadores la selectividad es alrededor de 20 a 25 la relación níquel/hierro. En general con el aumento de la calidad del radiador, o sea, con el aumento de la cantidad de pulsos para una muestra de níquel puro, la selectividad aumenta.

Del análisis de los resultados obtenidos en los experimentos realizados en cuanto a la eficiencia de los radiadores frente al níquel y su selectividad frente al hierro, se puede decir como conclusión que el método investigado es útil para el diseño de un dispositivo para el control de concentraciones de níquel en los minerales lateríticos y en los productos tecnológicos elaborados en la industria del níquel.

Investigación de un nuevo método de separación de la línea analítica en análisis roentgenoespectral sin dispersión.
Roig J., Meitín J., Morán L., Verjovsky B., y Meltzer L.



(a)



(b)

FIG. 11 Radiador rectangular A) Sección frontal

B) Sección lateral

1. Ventana del detector
2. Radiador
3. Muestra
4. Fuente de radiación
5. Soporte
6. Tabique interior
7. Tabique exterior.

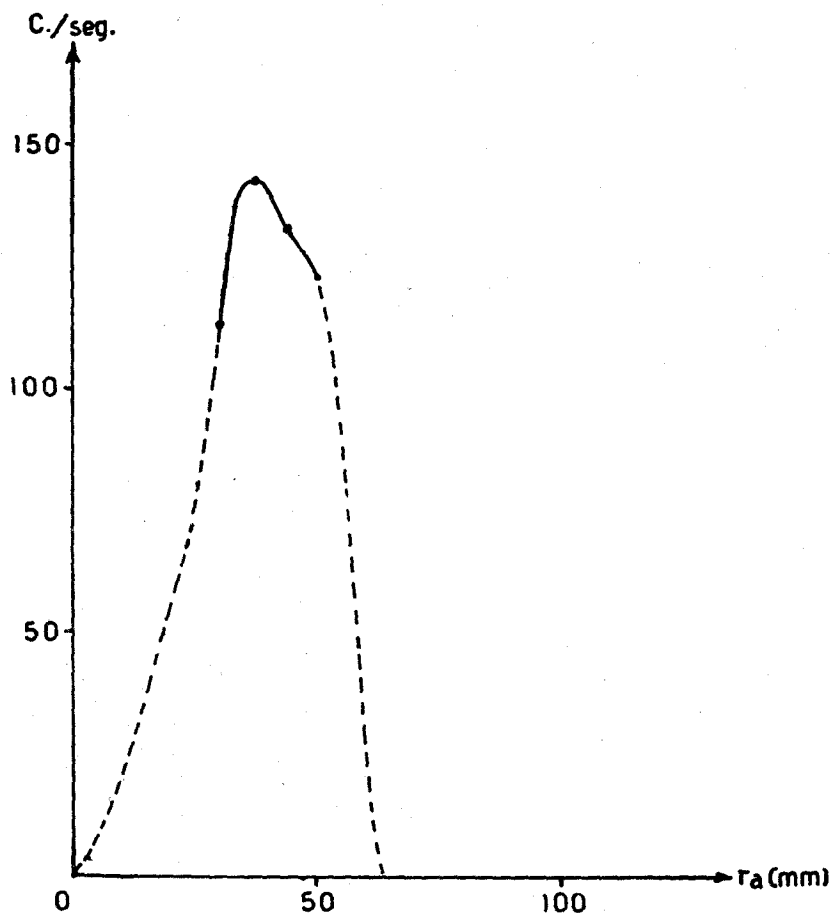


FIG. 12 Curva de cuantos registrados por segundo ($\frac{\text{conteos}}{\text{seg.}}$) vs largo del tabique exterior (r_a) para radiador rectangular con $h = 10$ mm.

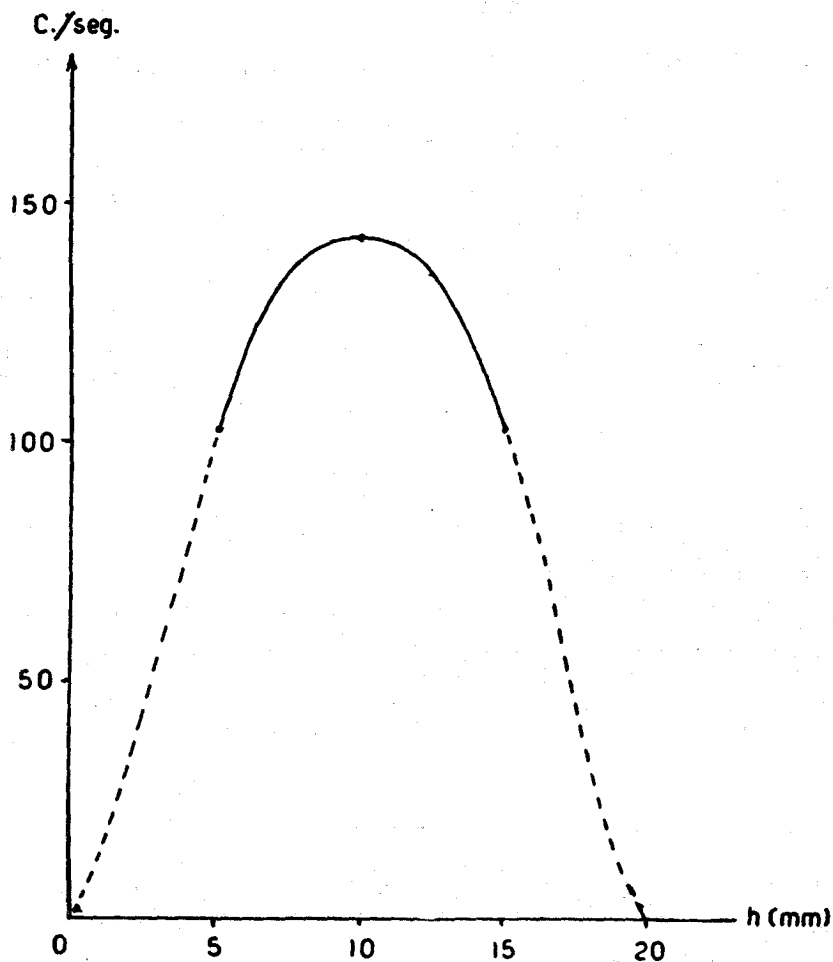


FIG. 13 Curva de cuantos registrados por segundo ($\frac{\text{conteos}}{\text{seg}}$) vs altura del soporte (h) para radiador rectangular con $ra = 37.1$ mm.

CENIC

Publicación periódica del Centro Nacional de Investigaciones Científicas.

Serie B. Ciencias Físicas

Vol 1. No. 2. Diciembre de 1969

R E S U M E N

4.—Lic. J. Roig, Ing. J. Meitin, Ing. B. Verjovsky, Ing. Lel Meltzer, Lic. L. Morán, Lic. M. Pedrosa.

INVESTIGACION DE UN NUEVO METODO DE SEPARACION DE LA LINEA ANALITICA EN ANALISIS RENGENOSPECTRAL SIN DISPERSION

Se obtuvieron los datos de separación de la línea analítica con una combinación de filtro y blanco intermedio (radiador), los cuales se colocan entre la muestra y el detector.

Las investigaciones se realizaron con blanco de $H^3/2r$ como fuente de radiación primaria y con contador proporcional como detector de radiación.

Se describen los instrumentos utilizados y los resultados experimentales (selectividad y eficiencia total de los procesos de excitación y registro).

Para diferentes variantes en la colocación relativa de la fuente, el filtro, la muestra, el radiador y el detector se dan recomendaciones para seleccionar las condiciones óptimas de medición.

S U M M A R Y

The experimental data in the investigation of the analytic line separation method with a combination of filter and intermediate target (radiator) which are located between the sample and the detector, were obtained.

The investigations were carried out with a target of $H^3/2r$ as a primary radiation source and with a proportional counter as a radiation detector.

The instruments used and the experimental results (selectiveness and total effectiveness of the process of excitation recording) were described.

For different possibilities in the relative arrangement of the source, the filter, the sample, the radiator and the detector, advice for the selection of optimal conditions of measurement, are given.

B I B L I O G R A F I A

1. H. A. Liebhafsky, H. G. Pfeifes, E. H. Winslow y P. D. Zemay. "X-Ray absorption and emission in analitic chemistry". John Willey & sons publishing house, London-N. York, 1960.
2. C. G. Clayton y J. F. Cameron. "A Reiew of the Design and Application of Radioisotope instruments in industry". Proceeding of a Symposium Varsaw 18-22 Oct. 1965 IAEA.
3. M. N. Shumilovskii, Y. P. Betin, B. I. Verjovsky, A. A. Kalmakov, L. V. Meltzer y E. Y. Ovcharienko. "Métodos físicos y físico-químicos de control del contenido y las propiedades de la materia. Método Retngenoespectral y Radioisotópico". (en ruso. Editorial "Energua") 1965.
4. Y. P. Betin, N. P. Locev y L. G. Shelkov. "Acerca de los medios de detección de la radiación sin dispersión en análisis fluorescente de rayos X". Zabotskaya laboratoria. (Laboratorio Industrial). No. 12, 1967, pág. 1508 (en ruso).

Investigación de un nuevo método de separación de la línea analítica en análisis roentgenoespectral sin dispersión.
Roig J., Meitin J., Morán L., Verjovsky B., y Meltzer L.