

Establecimiento de variables experimentales
para la determinación de tierras raras por
espectrometría de fluorescencia de rayos X
Aplicación a los concentrados de oxalatos y sulfatos

por

Bayón Fuentes, A. y Bermúdez Polonio, J.

Trabajo publicado en Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química. QUIMICA. Tomo LXIV pág. 825. Núms. 9 y 10. Septiembre-Octubre 1968.

Toda correspondencia en relación con este trabajo debe dirigirse al Servicio de Documentación Biblioteca y Publicaciones, Junta de Energía Nuclear, Ciudad Universitaria, Madrid-3, ESPAÑA.

Las solicitudes de ejemplares deben dirigirse a este mismo Servicio.

Las publicaciones señaladas con la signatura /I pertenecen a la categoría a, "Memorias Científicas Originales"; las señaladas con la signatura /N pertenecen a la categoría b, "Publicaciones Provisionales o Notas Iniciales"; y los señalados con la signaturas /C, /CM, /B, /Conf pertenecen a la categoría c, "Estudios Recapitulativos" de acuerdo con la recomendación GC(VII)/RES/150 del OIEA, y la UNESCO/NS/177.

Se autoriza la reproducción de los resúmenes analíticos que aparecen en esta publicación.

Este trabajo se ha recibido para su impresión en Enero de 1.969.

I N D I C E

	Págs.
INTRODUCCION	1
Características espectrales del grupo de las tierras raras	2
Parte Experimental	4
Instrumental	4
Elección de las condiciones de excitación	4
Elección de detectores	5
Preparación de patrones	6
RESULTADOS	6
BIBLIOGRAFIA	8

ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES EXPERIMENTALES PARA LA
DETERMINACION DE TIERRAS RARAS POR ESPECTROMETRIA DE
FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Aplicación a los concentrados de oxalatos y sulfatos

Por

BAYON FUENTES, A. Y BERMUDEZ POLONIO, J.^(*)

INTRODUCCION

La importancia de los elementos de las tierras raras en la industria nuclear se debe tanto a su empleo en la obtención de aleaciones de alta resistencia como a su presencia en la mayor parte de los minerales de uranio y torio; las tierras raras aparecen, además, como productos de fisión en los reactores nucleares, presentando la propiedad de ser buenos absorbentes de neutrones térmicos y actuando como venenos en las reacciones en cadena. Estas propiedades hacen que su control analítico sea de gran interés en los programas de la energía nuclear.

Las tierras raras tienen tal semejanza en sus propiedades físicas y químicas que resulta difícil su separación y posterior determinación por los procedimientos clásicos de análisis por vía húmeda. La espectroscopía de emisión es la técnica que más se aplica para su análisis, aunque estos elementos presentan un espectro muy complejo debido a que las energías de enlace de los electrones que participan en las transiciones espectrales tienen valores muy parecidos, lo que da lugar a una multiplicidad de configuraciones electrónicas. Por tanto, es necesario emplear un espectrógrafo de gran dispersión poco asequible para la mayor parte de los laboratorios (1).

La espectrometría de fluorescencia de rayos X ofrece las ventajas de la sencillez del espectro característico emitido por los átomos, facilidad de preparación de muestras, rapidez en las determinaciones y aplicación al análisis de concentraciones elevadas.

(*)

División de Química.

Aunque existe abundante bibliografía acerca de la determinación de tierras raras en diversos materiales, todos los trabajos se refieren a un reducido número de elementos o al empleo de técnicas especiales o métodos matemáticos de corrección (1-7) y no a la totalidad del grupo de una forma directa. No se ha realizado, además, un estudio sistemático de las características espectrales de las diversas líneas de emisión en función de las condiciones de trabajo, con vistas a su utilización analítica, estudio que consideramos de fundamental importancia en un sistema tan complejo, teniendo presente los avances experimentados últimamente en espectroscopía de rayos X, en lo que a instrumentación se refiere. En este trabajo se aborda dicho estudio, determinando las condiciones de trabajo más idóneas para cada elemento, a la vista de los resultados experimentales obtenidos en el estudio de su espectro de rayos X, variando las condiciones de excitación y detección de las radiaciones dentro de las posibilidades de instrumentación y estableciendo los límites de detección para cada elemento.

Con las condiciones de trabajo seleccionadas se ha puesto a punto un procedimiento para la determinación de tierras raras en matrices de ácido oxálico y sulfato potásico, habida cuenta que los métodos más generales para la separación de estos elementos consisten en su precipitación en forma de oxalatos o de sulfatos.

CARACTERISTICAS ESPECTRALES DEL GRUPO DE LAS TIERRAS RARAS

La serie K del espectro de las tierras raras se extiende en el intervalo de longitud de onda comprendido entre 0,19 y 0,38 Å, aproximadamente, mientras que las series L se extienden entre 1,14 y 2,68 Å. Aunque la mayor parte de los trabajos analíticos han sido hechos con el espectro L, actualmente se puede excitar el espectro K con los tubos de rayos X diseñados en estos últimos años, con posibilidad de trabajar de forma continua hasta 100 KV o más. Sin embargo, para el estudio de la serie K de las tierras raras, existe la dificultad de disponer de un cristal analizador adecuado con alta eficiencia de reflexión y un valor de espaciado muy bajo, apropiado para que estas radiaciones puedan dispersarse y detectarse en zonas angulares asequibles mecánicamente con el goniómetro de los espectrómetros convencionales, sin necesidad de reducir la sección ecuatorial del haz de radiación reflejada (8). Por esta razón y aun disponiendo de tubos de rayos X adecuados para la excitación, la determinación de intensidades de líneas características en las series espectrales de los elementos de las tierras raras se ha limitado en este trabajo a las líneas de la serie L, que, si bien son menos intensas que las de la serie K, requieren unas condiciones de dispersión más favorables.

Los requisitos necesarios para que una línea característica pueda ser utilizada como línea analítica son, principalmente, que posea suficiente intensidad para que sea detectada claramente sobre la radiación de fondo y que esté libre de interferencias. Estos criterios se cumplen solamente para lantano, cerio, praseodimio, neodimio e itrio. Para los restantes elementos de

las tierras raras existe, como mínimo, una interferencia para cada línea, por lo que, para la selección de las líneas analíticas, debe tenerse en cuenta la composición aproximada de la muestra a analizar.

En la tabla I se consignan las líneas analíticas más importantes de las tierras raras con los ángulos de reflexión correspondientes empleando un cristal analizador de FLi, así como las posibles líneas interferentes que puedan aparecer en la misma posición angular o próxima a ella en un intervalo de $\pm 0,5^\circ 2\theta$, ya sean de las mismas tierras raras o de las radiaciones de los tubos de rayos X dispersas en la muestra, siempre que su intensidad relativa a la línea analítica correspondiente sea igual o superior a 10 por ciento.

TABLA I

Líneas analíticas del espectro de rayos X de las tierras raras

Elemento	Línea Espectral	FLi 2 θ	Interferencias de T. R.				Interferencias del tubo de rayos X					
Y	K α_1	23,81	—				—					
	K β_1	21,18	—				—					
La	L α_1	82,85	—				—					
	L β_1	75,21	PrL α_1	—			—					
Ce	L α_1	78,96	—				WL β_1 ^{II}					
	L β_1	19,89	—				CrK α					
Pr	L α_1	59,48	La β_1	—			—					
	L β_1	60,18	—				CrK α					
Nd	L α_1	65,06	—				CrK α					
	L β_1	72,08	DyL α_1	—			—					
Sm	L α_1	68,23	CeL β_2	—			WL γ_1 ^{II}					
	L β_1	75,39	TbL α_2	—			—					
Eu	L α_1	71,59	PrL β_3	NdL β_3	—		WL γ_1 ^{II} MoK α ^{III} CrK β_3					
	L β_1	54,52	DyL α_1	—			—					
Gd	L α_1	50,24	NdL β_3	CeL γ_1	LaL γ_2	—		WL γ_1 ^{II} CrK β_3				
	L β_1	56,58	HoL α_1	LuL α_1	NdL γ_5	—			—			
Tb	L α_1	52,36	PrL γ_1	SmL β_3	LaL γ_4	—			—			
	L β_1	58,76	ErL α_1	SmL β_3	—		—			—		
Dy	L α_1	54,59	EuL β_3	YbL α_1	CeL γ_1	—			MoK $\beta_{1,2,3}$ ^{III}			
	L β_1	61,05	TmL α_1	SmL γ_1	—			—			—	
Ho	L α_1	56,94	GdL β_3	LuL α_1	NdL γ_5	—			—			
	L β_1	48,27	EuL γ_1	SmL γ_2	YbLn	YK α ^{II}	—			—		
Er	L α_1	52,61	TbL β_1	SmL β_3	NdL γ_1	—			—			
	L β_1	46,41	GdL γ_1	TbL β_3	EuL γ_2	—			—			
Tm	L α_1	50,74	DyL β_1	SmL γ_1	—			—			—	
	L β_1	44,65	ErL β_2	TbL γ_1	GdL γ_2	EuL γ_4	—			—		
Yb	L α_1	49,05	TmL β_2	DyL γ_1	TbL γ_2	GdL γ_1	LuLn	YK β_1 ^{II}	WL α_1			
	L β_1	42,99	EuL γ_1	DyL β_3	HoL β_3	SmL γ_2	YK α ^{II}	—			—	
Lu	L α_1	47,40	DyL β_3	HoL β_3	SmL γ_4	—			—			
	L β_1	41,41	YbL γ_2	HoL γ_1	DyL α_2	TbL γ_4	—			WLn MoK α ^{II}		

PARTE EXPERIMENTAL

Instrumental.

Se ha empleado un espectrómetro PHILIPS tipo PW-1540 de 2 KW, provisto de tubos de rayos X FA-100 con ánodos de volframio, molibdeno y cromo, utilizando el cristal analizador de fluoruro de litio ($2d = 4,027 \text{ \AA}$) y detectores proporcional de flujo y de centelleo con tensiones de trabajo de 1.600 V y 800 V, respectivamente. Los colimadores de entrada al cristal analizador que se han utilizado tienen una distancia entre placas de 160μ y 480μ . La potencia máxima permisible para los tubos de volframio y molibdeno es de 2 KW y para el tubo de cromo de 1,6 KW.

Elección de las condiciones de excitación.

Los parámetros de excitación para cada elemento, empleando tubos de rayos X con ánodos de volframio, molibdeno y cromo, se han establecido considerando las condiciones de trabajo que proporcionan valores más favorables de las relaciones entre la intensidad de la línea analítica, medida en el máximo, y la intensidad de la radiación de fondo, medida en una zona angular representativa. Para ello se han variado la tensión y la intensidad de corriente aplicadas a los tubos en todo el intervalo de trabajo permitido por los mismos, calculando en cada ensayo los valores de la relación pico/fondo. De esta forma se ha encontrado que la relación media más elevada se obtiene para una tensión de 50 KV y una intensidad de 36 mA, cuando se emplean los tubos de volframio y de molibdeno, y de 50 KV y 30 mA, respectivamente, cuando se emplea el tubo de cromo, dado que éste no permite la aplicación de mayor intensidad a la tensión indicada.

Una vez establecidas las condiciones de excitación, se registraron las curvas de oscilación de las principales líneas características del espectro L de todos los elementos, empleando como analizador el cristal de FLi, por su alta eficiencia de reflexión y el colimador de 160μ de distancia entre placas, con el fin de que la resolución espectral obtenida tuviera el más alto valor; todos los ensayos se hicieron manteniendo en vacío toda la trayectoria óptica del espectrógrafo, con objeto de aumentar la sensibilidad para las líneas características con mayores longitudes de onda.

En la figura 1 se representan esquemáticamente los espectros continuo y característico emitidos por los anticátodos de volframio, molibdeno y cromo de los tubos empleados, así como las longitudes de onda de las discontinuidades de absorción L_{III} del espectro de las tierras raras y αK del itrio, en las condiciones de excitación seleccionadas. Del estudio de los espectros emitidos por los tubos de rayos X, se deduce, en primer lugar, que el ánodo de volframio es el más idóneo para excitar el espectro de los elementos de las tierras raras por ser su espectro continuo más energético en la zona de longitudes de onda de las discontinuidades de absorción de su espectro L, y

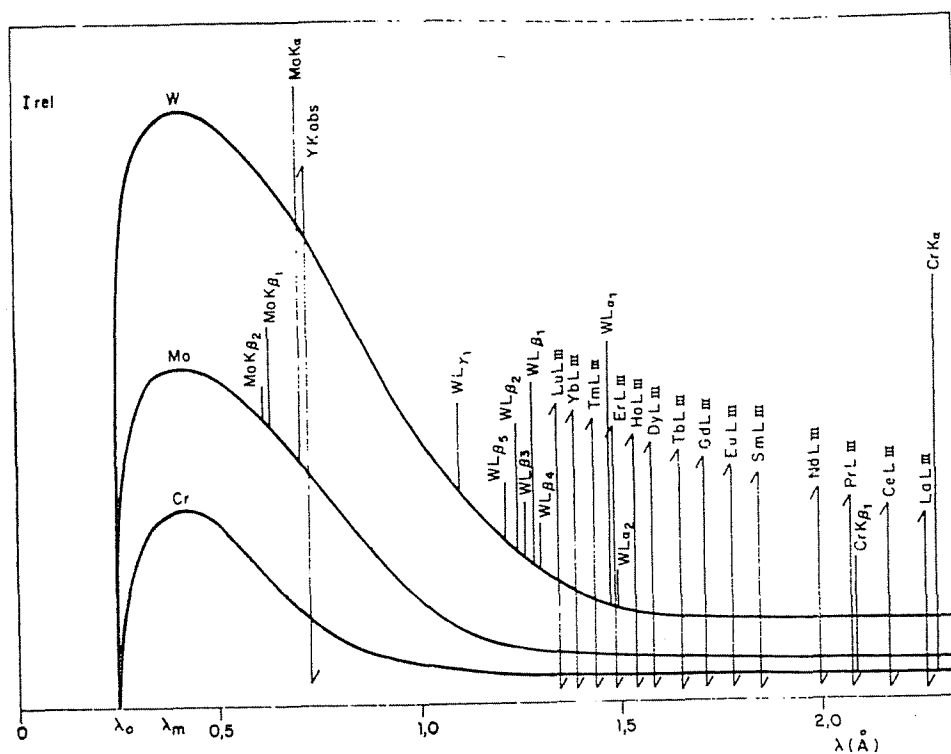


Figura 1

Espectros continuo y característico de los tubos de wolframio, molibdeno y cromo y discontinuidades de absorción de las tierras raras y del itrio

porque sus radiaciones características refuerzan las líneas analíticas de los elementos lutecio, iterbio, tulio, erbio, holmio y disprosio. Pero las líneas analíticas $L\alpha_1$ de los elementos cerio, samario, europio, gadolinio e iterbio y las $L\beta_1$ del iterbio y lutecio se registran en la misma posición angular que las líneas características: $WL\beta_1^{II}$, $WL\gamma_1^{II}$, $WL\gamma_3^{II}$, $WL\gamma_4^{II}$, WL_1 , $WL\alpha_1$ y WLn del wolframio, interfiriendo para su análisis, por lo que es necesario emplear el tubo de ánodo de molibdeno para revolver estas interferencias; para la línea $CeL\alpha_1$, da mejor resultado el tubo de ánodo de cromo y también para la $LuL\beta_1$ por ser solamente resuelta por este tubo de rayos X. Además, el tubo de molibdeno refuerza considerablemente la intensidad de la línea analítica $K\alpha$ del itrio. El de cromo favorece muy considerablemente la emisión de las líneas características de los elementos, cuyas discontinuidades de absorción tienen longitudes de onda de valor superior, pero próximo al valor de las longitudes de onda de las líneas características emitidas por él en la zona de más de 2 \AA y, en este caso, como se puede ver en la figura 1, refuerza la emisión de las líneas de los elementos cerio y lantano.

Elección de detectores.

Todas las medidas de intensidades se hicieron, alternativamente, em-

pleando el contador proporcional de flujo y el de centelleo, con el fin de deducir el valor más favorable de la relación pico/fondo; de los resultados obtenidos se eligió el detector de centelleo para las medidas de intensidades de las radiaciones características emitidas por el lutecio, iterbio, tulio, erbio y holmio, y el contador proporcional de flujo para las correspondientes al lantano, cerio, praseodimio, neodimio, samario, europio, gadolinio, terbio y disprosio. El contador proporcional fué alimentado con gas P-10 (90 % argón, 10 % metano), con un caudal de 3 l/h.

Preparación de patrones .

Teniendo en cuenta que los métodos más generales para la separación de estos elementos consisten en su precipitación en forma de oxalatos o de sulfatos, se prepararon patrones sintéticos en matrices de sulfato potásico y ácido oxálico con diversas concentraciones comprendidas en el intervalo de 0,01 a 0,05 por ciento de cada elemento emisor. Estos patrones, previamente pulverizados en mortero mecánico de ágata hasta una granulometría de 10.000 mallas DIN y homogeneizados en un vibrador WIG-L-BUG durante cinco minutos, fueron preparados en forma de briquetas de dos gramos de peso total, con un diámetro de 2,5 cm y un espesor de 3 mm, aproximadamente. Se compactaron en una prensa de 2,5 Tm/cm durante diez segundos. Todos los reactivos usados para preparar estos patrones son de la firma Johnson Matthey Co.

RESULTADOS

En la tabla II se consignan las condiciones de trabajo seleccionadas para cada elemento de las tierras raras, utilizando diferentes sistemas de excitación y detección, y las líneas características más aptas, previendo las posibles interferencias, como se ha expuesto anteriormente. Aunque se ha procurado asignar a cada elemento dos líneas analíticas, $L\alpha_1$ y $L\beta_1$, de la línea $EuL\alpha_1$ no aparece en la tabla, por estar interferida por radiación dispersa característica de los tres tubos de rayos X empleados, y las líneas $HoI\beta_1$ y $TmL\beta_1$ por estar interferidas por las radiaciones $NiK\alpha$ y $CuK\alpha$, respectivamente, procedentes de las impurezas de los tubos de rayos X o de los colimadores empleados.

Las curvas de calibrado trazadas con las relaciones de intensidad pico/fondo de las líneas analíticas para cada concentración son líneas rectas y están representadas en la figura 2.

Los mejores resultados se han obtenido para las líneas $L\alpha_1$, excitadas con ánodo de wolframio, salvo las líneas $CeL\alpha_1$, $SmL\alpha_1$, $GdL\alpha_1$ y $YbL\alpha_1$, que, al ser interferidas por radiaciones dispersas de aquél (véase tabla I), se excitan con ánodos de cromo y molibdeno, lo que se traduce en pérdida de sensibilidad, como puede verse en la tabla II, comparando los resultados obteni-

dos para estas líneas con los valores próximos de otras líneas L excitadas con ánodo de volframio.

Como criterio para deducir el límite de detección se ha usado la definición estadística de que la intensidad mínima emitida por el elemento ha de ser al menos igual a tres veces la desviación standard de la intensidad del fondo espectral, pudiendo deducirse que:

$$C_{\text{lim}} = \frac{3 \sqrt{I_f}}{m}$$

siendo C_{lim} la concentración límite mínima detectable, I_f , la intensidad del fondo espectral en impulsos por segundo (i. p. s.) y m , el coeficiente angular de la curva analítica (i. p. s./% concentración). Comparando los límites de concentración mínima detectable calculados, se observa una mayor sensibilidad con la matriz de oxalato que con la de sulfato.

RESULTADOS

En la tabla II se consignan las condiciones de trabajo seleccionadas para cada elemento de las tierras raras, utilizando diferentes sistemas de excita-

TABLA II								
CONDICIONES DE TRABAJO EMPLEADAS Y LÍMITES TEÓRICOS DE DETECTABILIDAD								
ELEM.	LINEA	2θ° FLi	TUBO RAYOSX	DETECTOR	COLIM. μ	VACIO	OXALATO (p.p.m.)	SULFATO (p.p.m.)
Y	K _{α1}	23,81	Mo	C	160	No	3	10
	K _{α1}	"	W	"	"	"	6	19
La	L _{α1}	82,85	"	F	480	Si	29	35
	L _{β1}	75,21	"	"	"	"	31	40
Ce	L _{β1}	71,59	"	"	"	"	64	72
	L _{α1}	78,96	Cr	"	"	"	118	163
Pr	L _{α1}	75,39	W	"	160	"	18	25
	L _{β1}	68,23	"	"	"	"	25	28
Nd	L _{α1}	72,08	"	"	"	"	16	66
	L _{β1}	65,06	"	"	"	"	22	110
Sm	L _{β1}	59,48	"	"	"	"	16	77
	L _{α1}	66,18	Mo	"	"	"	42	140
Eu	L _{β1}	56,94	W	"	"	"	14	56
	L _{β1}	"	Mo	"	"	"	45	180
Gd	L _{β1}	54,59	W	"	"	"	19	54
	L _{α1}	61,05	Mo	"	"	"	43	137
Tb	L _{α1}	58,76	W	"	"	"	13	44
	L _{β1}	52,36	"	"	"	"	19	71
Dy	L _{α1}	56,58	"	"	"	"	11	32
	L _{β1}	50,24	"	"	"	"	15	55
Ho	L _{α1}	54,52	"	C	"	No	9	45
	L _{α1}	"	Mo	"	"	"	23	117
Er	L _{α1}	52,61	W	"	"	"	10	45
	L _{β1}	46,41	"	"	"	"	19	85
Tm	L _{α1}	50,74	"	"	"	"	13	41
	L _{α1}	"	Mo	"	"	"	31	100
Yb	L _{α1}	49,05	"	"	"	"	26	104
	L _{β1}	42,99	"	"	"	"	49	203
Lu	L _{α1}	47,40	W	"	"	"	13	54
	L _{β1}	41,41	Cr	"	"	"	73	295

ción y detección, y las líneas características más aptas, previendo las posibles interferencias, como se ha expuesto anteriormente. Aunque se ha procurado asignar a cada elemento dos líneas analíticas, L_{α1} y L_{β1}, de la línea EuL_{α1} no aparece en la tabla, por estar interferida por radiación dis-

ESTABLECIMIENTO DE VARIEDADES EXPERIMENTALES

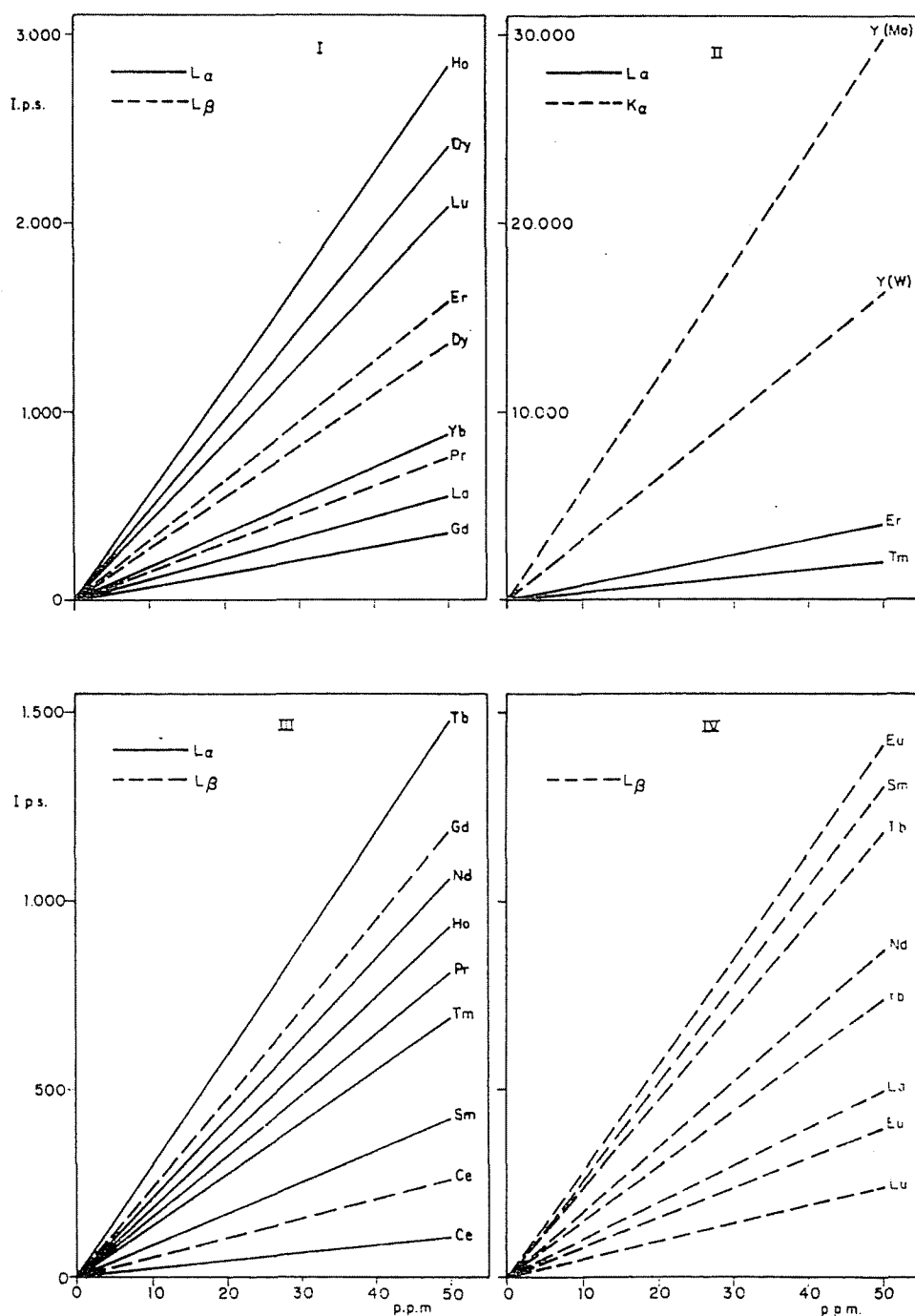


Figura 2

Curvas de calibración en matriz de oxalato

BIBLIOGRAFIA

1. FASEL y colab.; J. Opt. Soc. Am., 58, 518 (1948).
2. BEATTIE, H. J. y BRISSEY, R. M.; Anal. Chem., 26, 980 (1954).
3. SALMON, M. L. y BLACKLODGE, J. O.; Anal. Chem., 26, 1667 (1954).
4. DUNN, H. W.; USAEC, informe ORNL-1917 (1955).
5. FREEMAN, R. R.; USAEC, informe TID-6417 (1958).
6. LYTLE, F. W., STEVER, K. R. y HEADY, H. H.; Proc. U.N. Intern. Conf. Peaceful Uses At. Energy, 2nd., 28, 617, Ginebra (1958).
7. VOS, G.; Colloque de Bruxelles, N. V. Philips Publ., Eindhoven, 1964, vol. II, pág. 123.
8. BERMUDEZ POLONIO, J.; Teoría y práctica de la espectroscopía de rayos X, Alhambra, S. A., Madrid (1967).

J. E. N. 214-D. Q. /I 76

Junta de Energía Nuclear, División de Química, Madrid.

"Establecimiento de variables experimentales para la determinación de tierras raras por espectrometría de fluorescencia de rayos X". Aplicación a los concentrados de oxalatos y sulfatos.

BAYON FUENTES, A., y BERMUDEZ POLONIO, J. (1969) 9 pp. 2 figs. 8 refs.

Se presenta un estudio teórico y experimental previo para abordar el problema de la determinación de los elementos de las tierras raras, considerando todas las posibles interferencias espectrales. Se establecen, con carácter general, las condiciones de trabajo para cada elemento, seleccionadas en función de la variación de los valores de las relaciones pico/fondo con los siguientes parámetros instrumentales: excitación con radiaciones de molibdeno y volfranio, tensión e intensidad aplicadas a los tubos de rayos X, cristales analizadores y

J. E. N. 214-D. Q. /I 76

Junta de Energía Nuclear, División de Química, Madrid.

"Establecimiento de variables experimentales para la determinación de tierras raras por espectrometría de fluorescencia de rayos X". Aplicación a los concentrados de oxalatos y sulfatos.

BAYON FUENTES, A., y BERMUDEZ POLONIO, J. (1969) 9 pp. 2 figs. 8 refs.

Se presenta un estudio teórico y experimental previo para abordar el problema de la determinación de los elementos de las tierras raras, considerando todas las posibles interferencias espectrales. Se establecen, con carácter general, las condiciones de trabajo para cada elemento, seleccionadas en función de la variación de los valores de las relaciones pico/fondo con los siguientes parámetros instrumentales: excitación con radiaciones de molibdeno y volfranio, tensión e intensidad aplicadas a los tubos de rayos X, cristales analizadores y

J. E. N. 214-D. Q. /I 76

Junta de Energía Nuclear, División de Química, Madrid.

"Establecimiento de variables experimentales para la determinación de tierras raras por espectrometría de fluorescencia de rayos X". Aplicación a los concentrados de oxalatos y sulfatos.

BAYON FUENTES, A., y BERMUDEZ POLONIO, J. (1969) 9 pp. 2 figs. 8 refs.

Se presenta un estudio teórico y experimental previo para abordar el problema de la determinación de los elementos de las tierras raras, considerando todas las posibles interferencias espectrales. Se establecen, con carácter general, las condiciones de trabajo para cada elemento, seleccionadas en función de la variación de los valores de las relaciones pico/fondo con los siguientes parámetros instrumentales: excitación con radiaciones de molibdeno y volfranio, tensión e intensidad aplicadas a los tubos de rayos X, cristales analizadores y

J. E. N. 214-D. Q. /I 76

Junta de Energía Nuclear, División de Química, Madrid.

"Establecimiento de variables experimentales para la determinación de tierras raras por espectrometría de fluorescencia de rayos X". Aplicación a los concentrados de oxalatos y sulfatos.

BAYON FUENTES, A., y BERMUDEZ POLONIO, J. (1969) 9 pp. 2 figs. 8 refs.

Se presenta un estudio teórico y experimental previo para abordar el problema de la determinación de los elementos de las tierras raras, considerando todas las posibles interferencias espectrales. Se establecen, con carácter general, las condiciones de trabajo para cada elemento, seleccionadas en función de la variación de los valores de las relaciones pico/fondo con los siguientes parámetros instrumentales: excitación con radiaciones de molibdeno y volfranio, tensión e intensidad aplicadas a los tubos de rayos X, cristales analizadores y

detectores de centelleo y proporcional de flujo. Con las condiciones de trabajo elegidas se han trazado las curvas de calibración para muestras con matrices de ácido oxálico y sulfato potásico, calculando finalmente los límites teóricos de detección para cada elemento.

detectores de centelleo y proporcional de flujo. Con las condiciones de trabajo elegidas se han trazado las curvas de calibración para muestras con matrices de ácido oxálico y sulfato potásico, calculando finalmente los límites teóricos de detección para cada elemento.

detectores de centelleo y proporcional de flujo. Con las condiciones de trabajo elegidas se han trazado las curvas de calibración para muestras con matrices de ácido oxálico y sulfato potásico, calculando finalmente los límites teóricos de detección para cada elemento.

detectores de centelleo y proporcional de flujo. Con las condiciones de trabajo elegidas se han trazado las curvas de calibración para muestras con matrices de ácido oxálico y sulfato potásico, calculando finalmente los límites teóricos de detección para cada elemento.

J. E. N. 214-D. Q. /I 76

Junta de Energía Nuclear, División de Química, Madrid.

"Determination of experimental conditions for the analysis of rare-earth elements by X-ray fluorescence spectrometry". Application to oxalates and potassium sulphate matrices.

BAYON FUENTES, A., y BERMUDEZ POLONIO, J. (1969) 9 pp. 2 figs. 8 refs.

A previous theoretical and experimental study is carried out in order to analyze the rare earths elements by X-ray fluorescence spectrometry. All possible spectral interferences are considered. The working conditions for each element were selected, taking into account the peak/background ratio values for the following parameters: tungsten, molybdenum and chromium targets, current and voltage, analyzing crystals, and scintillation and flow proportional counters. Calibration curves were plotted showing the concentration of rare earths elements

J. E. N. 214-D. Q. /I 76

Junta de Energía Nuclear, División de Química, Madrid.

"Determination of experimental conditions for the analysis of rare-earth elements by X-ray fluorescence spectrometry". Application to oxalates and potassium sulphate matrices.

BAYON FUENTES, A., y BERMUDEZ POLONIO, J. (1969) 9 pp. 2 figs. 8 refs.

A previous theoretical and experimental study is carried out in order to analyze the rare earths elements by X-ray fluorescence spectrometry. All possible spectral interferences are considered. The working conditions for each element were selected, taking into account the peak/background ratio values for the following parameters: tungsten, molybdenum and chromium targets, current and voltage, analyzing crystals, and scintillation and flow proportional counters. Calibration curves were plotted showing the concentration of rare earths elements

J. E. N. 214-D. Q. /I 76

Junta de Energía Nuclear, División de Química, Madrid.

"Determination of experimental conditions for the analysis of rare-earth elements by X-ray fluorescence spectrometry". Application to oxalates and potassium sulphate matrices.

BAYON FUENTES, A., y BERMUDEZ POLONIO, J. (1969) 9 pp. 2 figs. 8 refs.

A previous theoretical and experimental study is carried out in order to analyze the rare earths elements by X-ray fluorescence spectrometry. All possible spectral interferences are considered. The working conditions for each element were selected, taking into account the peak/background ratio values for the following parameters: tungsten, molybdenum and chromium targets, current and voltage, analyzing crystals, and scintillation and flow proportional counters. Calibration curves were plotted showing the concentration of rare earths elements

J. E. N. 214-D. Q. /I 76

Junta de Energía Nuclear, División de Química, Madrid.

"Determination of experimental conditions for the analysis of rare-earth elements by X-ray fluorescence spectrometry". Application to oxalates and potassium sulphate matrices.

BAYON FUENTES, A., y BERMUDEZ POLONIO, J. (1969) 9 pp. 2 figs. 8 refs.

A previous theoretical and experimental study is carried out in order to analyze the rare earths elements by X-ray fluorescence spectrometry. All possible spectral interferences are considered. The working conditions for each element were selected, taking into account the peak/background ratio values for the following parameters: tungsten, molybdenum and chromium targets, current and voltage, analyzing crystals, and scintillation and flow proportional counters. Calibration curves were plotted showing the concentration of rare earths elements

in oxalates and potassium sulphate matrices, and the theoretical detection limits for each element are calculated.

in oxalates and potassium sulphate matrices, and the theoretical detection limits for each element are calculated.

in oxalates and potassium sulphate matrices, and the theoretical detection limits for each element are calculated.

in oxalates and potassium sulphate matrices, and the theoretical detection limits for each element are calculated.