

CNEA 480
Informe

Calibración Directa de la Actividad Absoluta de Iodo 125

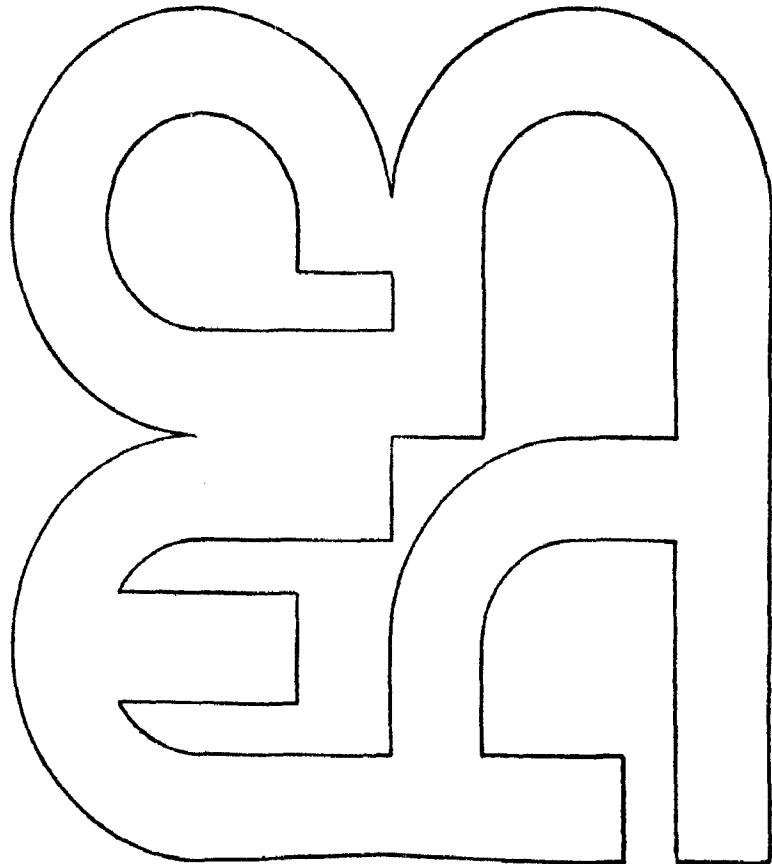
M. C. Rotta

R. H. Rodríguez Pasqués

**Comisión
Nacional
de Energía
Atómica**

República Argentina

Buenos Aires, 1986



INIS CLASSIFICATION AND KEYWORDS

E41.00

SPECTROMETERS
CALIBRATION
IODINE 125
RADIATION DETECTION
CONTROL
COINCIDENCE SPECTROMETRY
SOLUTIONS
ELECTRON CAPTURE DECAY

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

CALIBRACION DIRECTA DE LA ACTIVIDAD
ABSOLUTA DE IODO 125

M.C. Rotta* y R.H. Rodríguez Pasqués*

Trabajo presentado en marzo de 1985

RESUMEN

Algunos investigadores han mostrado la posibilidad de realizar la determinación directa de la actividad absoluta de iodo 125 por mediciones de coincidencia "X-X" en pico suma. Los autores han puesto en operación un procedimiento basado en dicho método, utilizando un espectrómetro con cristal de pozo de yoduro de sodio (talio). El procedimiento fue verificado por comparación con un patrón certificado, y se exploró su validez cuando las muestras de ^{125}I consisten en soluciones acuosas contenidas en tubos de Kahn. Se observó que cuando el volumen de muestra no excede de 2,7 mL los resultados son exactos dentro de la precisión del patrón certificado, de ± 3 por ciento.

* CNEA - División Metrología Radioisotópica

ABSTRACT

Direct calibration of iodine 125 absolute activity

Some researchers have shown that a direct absolute activity determination of iodine 125 is possible by "X-X" sum-peak coincidence measurements. The authors have put such a procedure into operation by using a sodium-(thallium) iodide well-counter spectrometer. The procedure was checked for accuracy against a certified standard, and its validity was found when ^{125}I samples are aqueous solutions contained in Kahn test tubes. It was observed that when using sample volumes smaller than 2.7 mL the results obtained are accurate within the certified standard precision of ± 3 percent.

INTRODUCCION

El ^{125}I es un nucleído ampliamente usado, particularmente en procedimientos de radioinmunoanálisis. Su período de semidesintegración es de 59,3 días por lo cual no es posible disponer en el laboratorio de patrones permanentes, ya que el error de su calibración aumentará rápidamente en el tiempo debido al período relativamente corto y a la incertidumbre en su determinación.

Por ello, se impuso disponer de un método de calibración primaria. El método por coincidencia "X-X" puede llevarse a cabo con instrumentación sencilla, pues basta un cristal de pozo de NaI(Tl) asociado a un espectrómetro multicanal.

Básandose en dicho principio, y adaptando métodos descritos en la literatura especializada, la División de Metrología Radioisotópica de la C.N.E.A. ha implementado el método de coincidencia para determinar la actividad absoluta de soluciones de ^{125}I . Asimismo ha encontrado las situaciones experimentales límites en que el método tiene validez.

PARTE TEORICA

El método de coincidencia "X-X" se basa en la determinación simultánea del pico de absorción total de energía del rayo gamma del ^{125}I , o bien de los rayos X $K\alpha$ y $K\beta$ asociados a su decaimiento (N_1), y del pico suma debido a la detección simultánea de los mismos (N_2) cuando la muestra es medida en un cristal de pozo de NaI(Tl).

En la desintegración del ^{125}I por captura electrónica, tenemos presente el rayo gamma correspondiente a un nivel excitado del ^{125}Te y las series $K\alpha$ y $K\beta$ de los rayos X del Te, con las siguientes energías e intensidades. (Véase esquema en Fig. 1).

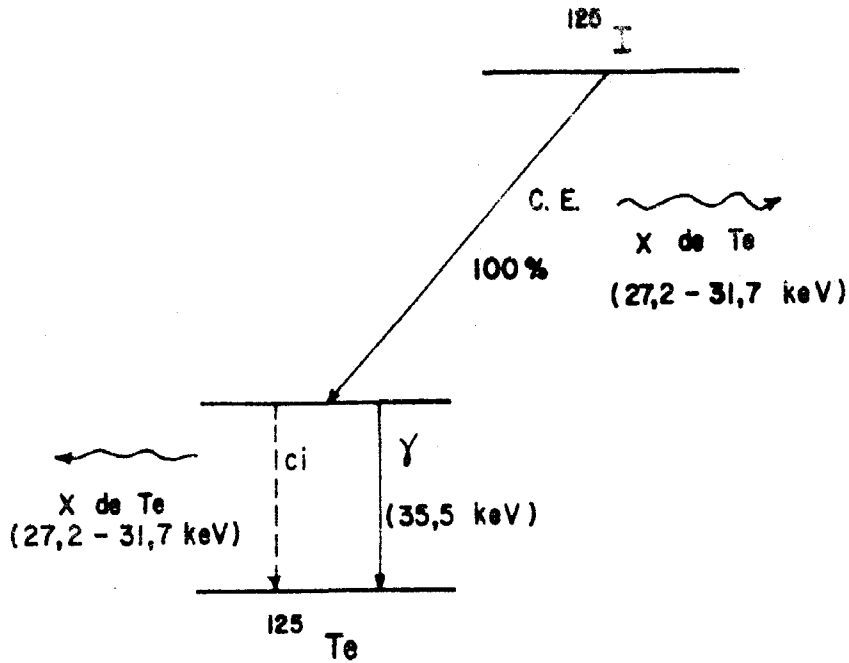


Figura 1: Esquema de desintegración del ^{125}I en que se agrega la representación de la desexcitación alternativa de ^{125}Te por conversión interna y los dos orígenes de radiación X de telurio. ci = conversión interna.

	Energía (KeV)	Intensidad (fotones por desintegración)
K α_1	27,5	0,738 \pm 0,027
K α_2	27,2	0,396 \pm 0,015
K β_1	31,0	0,213 \pm 0,008
K β_2	31,7	0,043 \pm 0,002
γ	35,5	0,067 \pm 0,001
Cantidad total de fotones por desintegración:		1,457 \pm 0,032

Puesto que el detector de NaI no puede resolver estas energías, en el espectro aparece un pico único de absorción total de energía, con una energía promedio de 28,42 keV correspondiente a una intensidad de 1,457 fotones por desintegración. A este pico lo denominamos N₁.

Los fotones X provienen tanto de la captura electrónica del ^{125}I como de la desexcitación por conversión interna del estado excitado del ^{125}Te de 35,5 keV.

Dado que esta radiación proviene de dos sucesos cuya separación temporal es menor que el tiempo de resolución del detector de NaI(Tl) tenemos el caso típico en que se produce conteo por coincidencia en geometrías cercanas a 4π radianes. En nuestro caso, la muestra fue colocada dentro del "pozo" del detector, lo que origina el pico debido a la detección coincidente de dos rayos X o bien un rayo X y el rayo gamma en una energía de aproximadamente 57 keV, denominada N_2 (Ver Figura 2).

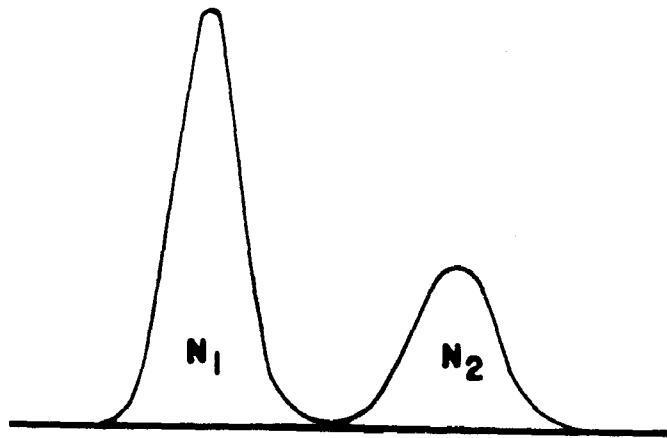


Figura 2: Aspecto que presenta el espectro de fotones emitidos por desintegración nuclear de ^{125}I .

Con el conteo de estos picos se puede aplicar la tradicional expresión para calcular la actividad de la muestra de ^{125}I .

$$A = \frac{(N_1 + 2N_2)^2}{4N_2} \quad (1)$$

Por otra parte, se cuenta con la ventaja de que para energías electromagnéticas bajas, como las que emite el ^{125}I , las eficiencias de detección por el NaI(Tl) no difieren unas de otras (Figura 3).

PARTE EXPERIMENTAL

En la deducción de la fórmula 1 se supone una eficiencia igual para toda la muestra radiactiva, lo que es equivalente a suponer que todo fotón emitido por la muestra es medido en idénticas condiciones de "geometría".

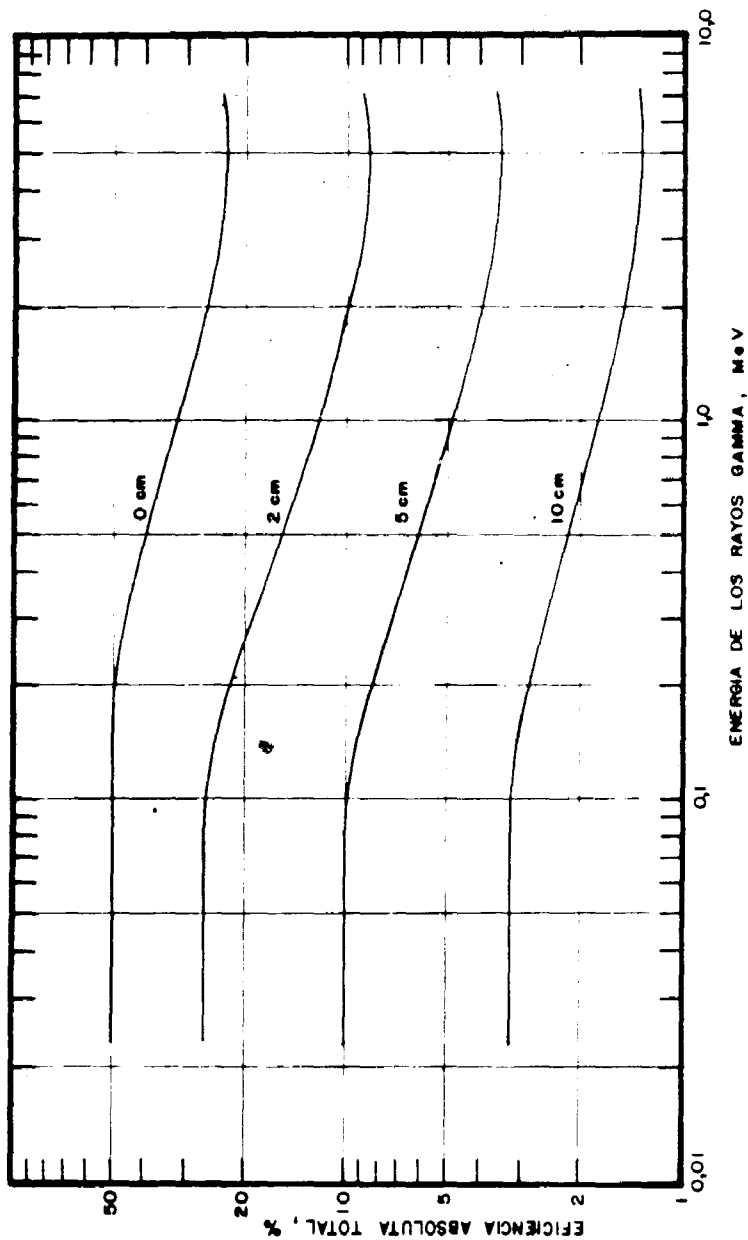


Figura 3: Eficiencia absoluta total de detección de radiación gamma o X por un cristal "plano" de NaI(Tl) de 3" de alto por 3" de diámetro, para diferentes distancias en cm desde la fuente al detector (distancia 0 corresponde a geometría 2 π).

Como el ^{125}I se mide usualmente en tubos de Kahn con volumen variable de solución se impuso calcular la variación en la determinación de actividad con el volumen de solución activa, comparándola con la determinación óptima de una fuente prácticamente puntual (100 μL de solución). Con el objeto de verificar la exactitud del método se comparó el valor de actividad obtenido por este método con el de una solución patrón suministrada por el Laboratoire de Métrologie des Rayonnements Ionisants (L.M.R.I.), de Francia.

A) Variación con el volumen:

Se midió por 1000 segundos una muestra de 100 μL y se fue agregando agua para obtener los siguientes volúmenes de medición: 500, 900, 1300, 1700, 2100, 2500, 2900, 3300 y 4100 μL . Para cada una de estas diluciones se hicieron dos mediciones de 1000 seg. cada una, de modo de obtener un promedio \bar{A} que disminuya errores por falta de homogeneidad de la muestra radioactiva. Los resultados se transcriben en la Tabla I. En la última columna figura la diferencia porcentual en la determinación de actividad a un dado volumen con respecto a la muestra "puntual" ($\Delta \%$).

TABLA I

EFEECTO DE LA VARIACION DEL
VOLUMEN DE SOLUCION

V μL	\bar{A} Bq	Δ %
100	2787	0
500	2839	+ 1,87
900	2869	+ 2,91
1300	2868	+ 2,91
1700	2870	+ 2,98
2100	2877	+ 3,23
2500	2882	+ 3,41
2900	2858	+ 2,55
3300	2767	- 0,718
3700	2664	- 4,41
4100	2501	- 10,3

B) Comparación con una solución patrón

Se prepararon 6 muestras de actividad conocida a partir de una solución de concentración de actividad certificada por el Laboratoire de Métrologie des Rayonnements Ionisants y se deter-

minó la actividad de cada muestra usando el método aquí descripto. Se calculó la concentración de actividad en cada muestra y su promedio y la inexactitud porcentual con respecto al valor certificado del patrón ($c = 2587 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$) tanto de los valores individuales como del promedio. Los resultados se expresan en la Tabla II:

TABLA II. EXACTITUD

Muestra	Concentración de actividad ($\text{Bq} \cdot \text{g}^{-1}$)	$\Delta\%$
1	2539	- 1,86
2	2550	- 1,43
3	2596	0,35
4	2575	- 0,46
5	2596	0,35
6	2612	0,97
\bar{X}	2578	- 0,35

CONCLUSIONES

En base a las mediciones efectuadas se puede concluir que el método de calibración de ^{125}I por medio de coincidencias "X-X" en un cristal de pozo de NaI(Tl) es aplicable en soluciones líquidas.

Su exactitud es muy buena ya que ninguna determinación individual supera la incerteza atribuida al patrón (3%).

Dado que el método supone que la eficiencia de medición es la misma para todos los átomos activos, tenemos una restricción en el volumen de solución que se puede emplear. Si se acepta un límite superior de error debido a la desigualdad de eficiencias de 3%, debemos trabajar con soluciones de hasta 1,7 mL en tubos de Kahn.

BIBLIOGRAFIA

J.S. ELDRIDGE, P. CROWTHER, Nucleonics, 22(1964)56.

J.G.V. TAYLOR, Standardization of Radionuclides, Proceedings Series, IAEA, Vienna, 1966, p.341.

D.L. HORROCKS, P.R. KLEIN, Nucl. Instr. Meth., 124(1975)585.

D.L. HORROCKS, Clin. Chem., 21(1975)370.

D.L. HORROCKS, J. Radioanal. Chem., 65(1981)307.

R.L. HEATH, Informe IDO - 16880; TID - 4500 (1964).