

02.55.06

C.N.E. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº	AÑO
3	1955

REPUBLICA ARGENTINA

PUBLICACIONES
DE LA
COMISION NACIONAL DE LA ENERGIA ATOMICA
SERIE QUIMICA
VOL. I — Nº 2

SOBRE UNA NUEVA SERIE DE ISOBAROS
DE ESTAÑO-ANTIMONIO

POR

I. G. DE FRAENZ, J. RODRIGUEZ Y H. CARMINATTI



BUENOS AIRES
1955

REPUBLICA ARGENTINA

PUBLICACIONES

DE LA

COMISION NACIONAL DE LA ENERGIA ATOMICA

SERIE QUIMICA

VOL. I — N° 2

**SOBRE UNA NUEVA SERIE DE ISOBAROS
DE ESTAÑO - ANTIMONIO**

POR

I. G. DE FRAENZ, J. RODRIGUEZ Y H. CARMINATTI



BUENOS AIRES

1955

Imprenta y Casa Editora CONI, Perú 684, Buenos Aires

517

SOBRE UNA NUEVA SERIE DE ISOBAROS DE ESTAÑO-ANTIMONIO

POR I. G. de FRAENZ, J. RODRIGUEZ Y H. CARMINATTI
De la Comisión Nacional de la Energía Atómica

SUMMARY

A new tin isotope was found as fission product of uranium, irradiated with deuterons. Its half-life of 57 ± 2 minutes was determined by separations at intervals of its daughter substance. The half-life of the daughter, an antimonium isotope was measured as $10,3 \pm 0,3$ minutes and its maximum β energy about 2,9 MeV.

INTRODUCCIÓN

De todos los elementos el estaño es aquel que tiene el mayor número de isótopos estables, debido a que posee 50 protones en su núcleo, ya que según la teoría de las capas nucleares (1), los núcleos con 8, 20, 50, 82, etc., protones o neutrones tienen una energía de unión mayor. También los isótopos radioactivos del estaño tienen una estabilidad mayor, siendo sus energías de desintegración aproximadamente 1,5 MeV (2) menores de los que se calculan (3) sin tomar en cuenta la influencia del número mágico de protones. El más pesado de los isótopos de energía de desintegración conocida es el Sn-125. Además se han encontrado algunos isótopos con un número de masa mayor, cuyas energías no se conocen, el Sn-126 y el Sn-127. Existen argumentos para suponer que isótopos con exceso aun mayor de neutrones, tienen vidas medias tales que su estudio con métodos radioquímicos es factible. El Sn-132, hasta ahora desconocido, posee no solamente número mágico de protones sino también 82 neutrones, que es también un número mágico. Se sabe (2) que el último neutrón de una capa completa tiene energía de unión elevada, y que los anteriores también están ligados con energías mayores que los isótopos

más alejados de los que tienen números mágicos. A una energía de unión elevada corresponde una energía de desintegración reducida y una vida media mayor.

Estas consideraciones nos han inducido a buscar isótopos desconocidos del estaño. Estimándose difícil la medición directa de dichos isótopos, nos hemos propuesto identificarlos mediante sus sustancias hijas, que son isótopos del antimonio; será pues necesario conocer las vidas medias y las energías de los correspondientes isótopos del antimonio.

El Sn-126 de 50 minutos y el Sn-127 de 1,5 horas han sido identificados por J. W. Barnes y A. J. Freedman (4) mediante separaciones en intervalos de sus hijas el Sb-126 de 9,3 horas y el Sb-127 de 93 horas. El número de masa 127 del antimonio de 93 horas se ha establecido con seguridad; el número de masa 126 ha sido determinado en base al cambio del rendimiento relativo del correspondiente isótopo en la fisión del U-235 inducida o por neutrones térmicos o por neutrones de 14 Mev, de ahí que el número de masa 126 se clasifique como probable.

Barnes (5) ha comunicado además la identificación de un antimonio de aproximadamente 10 minutos, cuya madre sería un estaño de 29 minutos, a los cuales atribuye un número de masa mayor o igual que 126. A. C. Pappas (6) ha encontrado entre los productos de fisión del uranio un antimonio de 12 minutos al cual asigna el número de masa 130, basándose en sus mediciones del rendimiento de fisión, suponiendo que el correspondiente estaño tiene una vida breve comparada con 10 minutos.

Según nuestras mediciones, no compatibles con los datos citados, en la fisión del uranio se forma un antimonio de 10,3 minutos de un estaño de 57 minutos.

PARTE EXPERIMENTAL

La fisión ha sido inducida por deuterones de 28 Mev del sincrociclotrón de la C. N. E. A. en Buenos Aires. Se irradiaron durante 10 minutos 5 mg UO_2 , los que se disolvieron en ácido nítrico concentrado a ebullición. A fin de eliminar nitratos que interferirían en la precipitación con ácido sulfhídrico, y reducir las actividades solubles en amoníaco, como molibdeno y bario, se precipitó el uranio con amoníaco. El precipitado se disolvió en ácido clorhídrico caliente. A la solución se le agregó estaño (Sn^{II} y Sn^{IV}) como portador, el que se

precipitó con ácido sulfhídrico. El sulfuro de estaño se disolvió en hidróxido de sodio 6N y se diluyó con agua a 1N. Se hizo una precipitación de sulfuro en medio alcalino previo agregado de 1,5 mg. de cobre a fin de eliminar en parte las actividades de zirconio, niobio, plata, cinc, etc. En el filtrado se precipitó nuevamente sulfuro de estaño agregando ácido acético y tratando con ácido sulfhídrico. El precipitado se disolvió en ácido clorhídrico concentrado caliente, se incorporó portador de telurio (Te^{IV}), el que se precipitó con ácido sulfhídrico. La solución en la que se complejó el estaño con ácido fluorhídrico, se purificó mediante tres precipitaciones de sulfuro de antimonio previo agregado de antimonio (Sb^{III} y Sb^{V}) como portador. Esta purificación se terminó 50 minutos después del fin de la irradiación. Se dejaron crecer las actividades de antimonio durante 15 minutos, al cabo de los cuales se hizo una nueva precipitación de sulfuro de antimonio. La actividad de este precipitado decreció con un período de 10,3 minutos.

Es de interés cómo se ha llegado a la conclusión de que la actividad de este precipitado es antimonio hija de estaño y no arsénico hija de germanio, ya que estos últimos tienen un comportamiento químico en estas condiciones de trabajo, semejante a los dos primeros. Efectivamente así como el estaño, el germanio se compleja con el ácido fluorhídrico y no precipita con ácido sulfhídrico, mientras que en las mismas condiciones lo hacen el antimonio y el arsénico. Esta verificación se realizó de la siguiente manera: el precipitado de antimonio activo, obtenido con ácido sulfhídrico, en las condiciones expresadas anteriormente, se disolvió con ácido clorhídrico concentrado diluyéndose esta solución a una acidez clorhídrica de 2,5 normal. Agregándose arsénico como portador, esta solución se virtió lentamente en un balón de destilación que contenía cinc en polvo. El antimonio que destila como estibamina se lo recogió en una solución de nitrato de plata al 5%. El precipitado formado de antimoniuro de plata se filtró y midiendo su actividad se observó que decrecía con un período de semidesintegración de 10 minutos. La arsenamina formada también durante la reducción queda soluble en la solución de nitrato de plata, lo cual nos prueba que esta actividad de 10,3 corresponde a un antimonio. Otra prueba que se realizó para comprobar que no interfieren actividades del arsénico de vida media corta fué la siguiente: en la solución clorhídrica proveniente del tratamiento del sulfuro de antimonio con ácido clorhídrico concentrado, y a la que se le había agregado portador de arsénico se precipitó éste con ácido sulfhídrico.

La actividad de este precipitado era pequeña respecto a la que presentaba el sulfuro de antimonio precipitado después de diluir la solución y además decrecía con períodos largos.

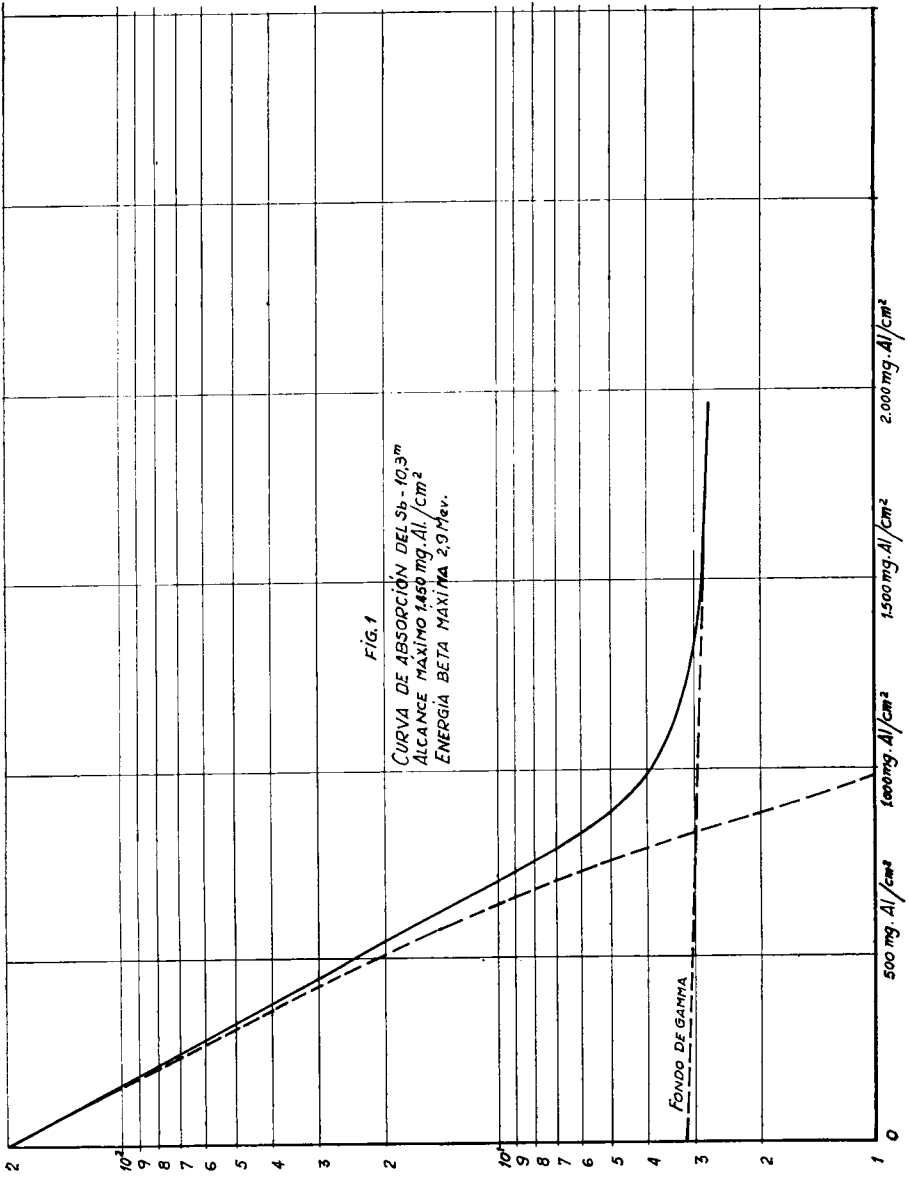
Para la determinación de la energía máxima de las partículas β del antimonio de 10 minutos se necesitó una actividad especialmente pura. Para este fin se purificó la fracción del estaño alrededor de 6 horas después del fin de la irradiación, dejando caer mientras tanto las actividades de los isótopos del estaño. En un precipitado del antimonio, obtenido 10 minutos después y destilado inmediatamente se observaron dos actividades: el antimonio de 10 minutos y el Sb-127 de 93 horas. Debido al corto tiempo de espera se había formado menos que el 1% del Sb-127 respecto a la actividad de 10 minutos formada al tiempo de la separación del estaño.

Se precipitó el antimonio activo con poco portador y se perdió parte de él en la destilación, de manera que el precipitado utilizado para medir absorción tenía un espesor menor que $0,5 \text{ mg/cm}^2$. El filtro coloidal con el preparado activo se pegó sobre una chapa de lucite en la cual se había practicado un orificio. Secando, el filtro coloidal se pone completamente plano, y no se necesita fijar el precipitado, que se adhiere perfectamente en cantidades pequeñas al filtro. Se midió la actividad del preparado con un tubo de ventana de mica de $1,8 \text{ mg/cm}^2$ a través de chapas de absorción de aluminio. Se corrigieron los valores obtenidos por medio del tiempo de resolución del tubo, y se restaron las actividades correspondientes del Sb-127. Considerando la desintegración de la sustancia se obtuvo la curva de absorción del antimonio de 10,3 minutos (fig. 1).

Con el método de Feather se determinó la energía máxima de la radiación β igual a 2,9 Mev.

En la curva de absorción se observa una radiación gamma, cuya actividad medida es de alrededor de 1,3% respecto de la actividad β . Se sabe que la radiación gamma es medida aproximadamente en 1% por cada Mev respecto de la radiación β en el equipo de medición usado. De esta manera se obtiene una energía total $Q \sim 4 \text{ Mev}$ para la desintegración del antimonio de 10,3 minutos.

Para la determinación del período de desintegración de la sustancia madre del antimonio de 10,3 minutos, se hicieron separaciones del sulfuro de antimonio en intervalos de una hora a partir de la solución purificada del estaño. La filtración se puede hacer en 30 segundos, usando filtros coloidales y vacío. Como tiempo de separación se tomó el tiempo medio de la filtración. Se comprobó que la filtración



es cuantitativa, haciendo una nueva precipitación dos minutos después de la primera, en cuyo preparado se midió solamente la actividad que corresponde al tiempo de espera. En los preparados del antimonio se observa que queda una actividad de período largo respecto de la actividad de 10,3 minutos, cuya energía es menor. De la relación de actividades se puede deducir que la absorción del estaño es menor de 0,2 %. Para evitar pérdidas de la solución activa, se usó siempre el mismo material, hecho totalmente de lucite, resistente al ácido fluorhídrico presente. Otra ventaja del uso de lucite consiste en que no se adhieren fácilmente las actividades a su superficie.

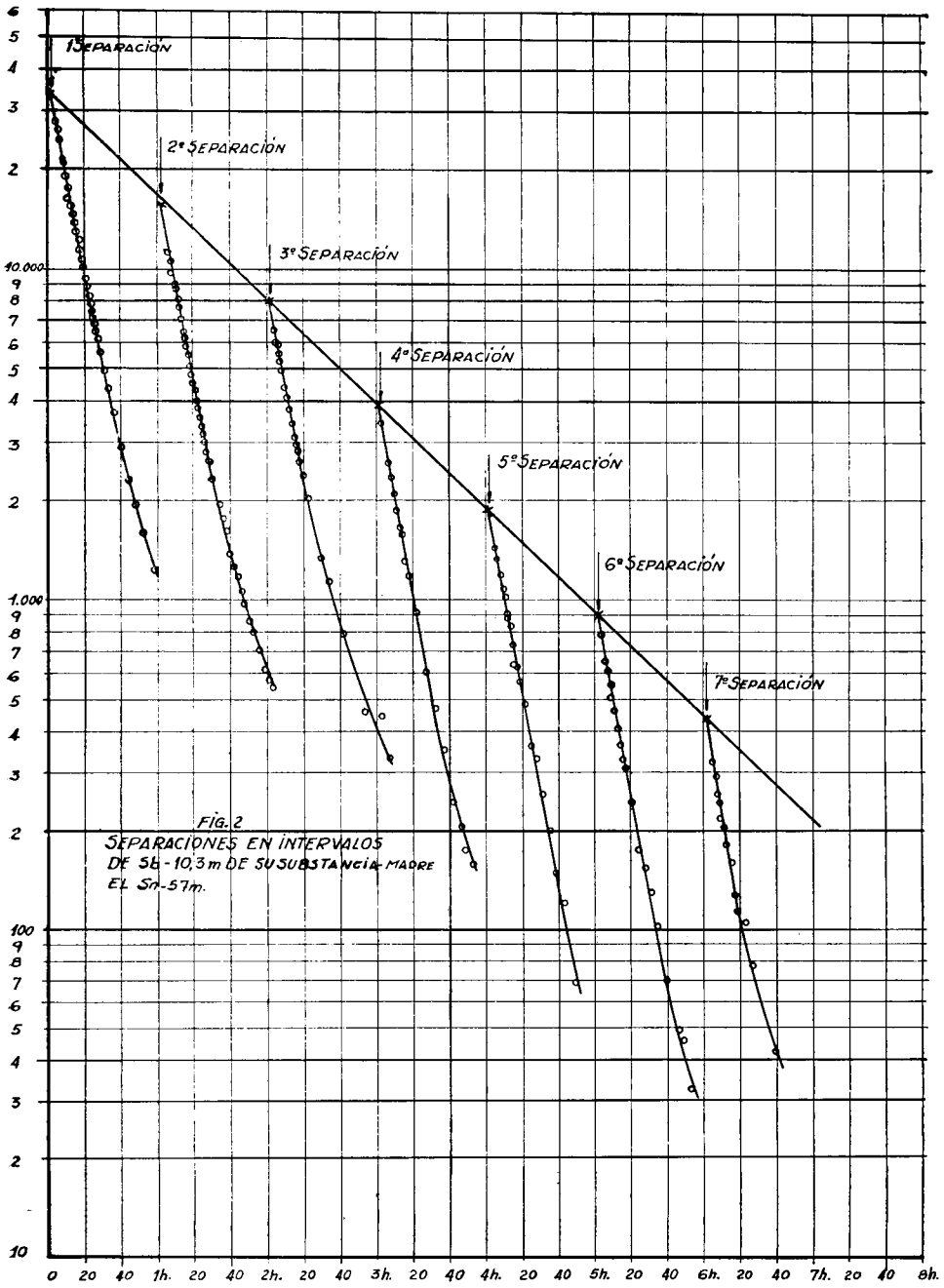
Las mediciones de los preparados del sulfuro de antimonio se hicieron con un tubo GM en una posición geométrica bien reproducible. Para suprimir la medición de las actividades de energías menores se midió a través de una hoja de aluminio de 270 mg/cm². En la figura 2 se puede observar que todas las curvas decrecen con un período de $10,3 \pm 0,3$ minutos, y que ninguna tiene actividades extrañas en cantidades mayores que 1 %.

Extrapolando estas curvas hasta los tiempos de separación, se obtiene la curva de desintegración de la sustancia madre cuyo período es de 57 ± 2 minutos.

NÚMERO DE MASA

En la fisión se pueden formar isótopos del antimonio a partir del estaño con números pares de masa mayor que 124, y con números impares mayores que 123. Nuestra serie de isóbaros no puede tener un número de masa impar, ya que todos los isótopos del antimonio de los números 125, 127, 129 y 131 son conocidos, sus números de masas están bien establecidos y según la teoría de las capas no existen isómeros para isótopos del antimonio de número impar. Con un proceso (n, p) sobre telurio, cuyo isótopo estable más pesado es el 130 se encontró una actividad de antimonio de 10 minutos. Por eso no es probable que el número de masa de nuestra serie sea mayor que 130. Haciendo separaciones de telurio del antimonio en intervalos no se pudieron encontrar actividades, que se hubieran formado a partir del antimonio de 10 minutos.

Quedan por eso los números de masa 126, 128 y 130 como números de masa posibles ya que desintegran estos isótopos del antimonio a isótopos estables del telurio. Se conocen algunos isótopos del antimonio que podrían tener los mismos números de masa, el Sb-126 de



9 horas, el Sb-128 de 1,2 horas, un Sb-130 de 40 minutos y un Sb-130 de 12 minutos. Todos estos nucleídos no están bien asegurados, además pueden existir isómeros para los números pares hasta el 130.

Con mediciones del rendimiento de fisión, o con procesos (n, p) sobre isótopos separados del telurio, se podría asignar definitivamente un número de masa a nuestra serie de isobaros.

CONCLUSIONES

Por el método químico descripto y separaciones en intervalos, se ha podido encontrar un isótopo del estaño de 57 ± 2 minutos de período que desintegra a un isótopo del antimonio de $10,3 \pm 0,3$ minutos.

Se determinó la energía máxima de la radiación beta del antimonio de 10,3 minutos igual a 2,9 Mev. Además se comprobó que emite radiación gamma y que no forma sustancia hija activa, de manera que debe ser isóbaro de un isótopo estable del telurio. Considerando los números de masa probables, quedan para esta serie de isobaros los números de masa 126, 128, 130.

BIBLIOGRAFIA

- (1) M. G. MAYER, Phys. Rev., 78. 22 (1950).
- (2) K. WAX y M. WOOD, Phys. Rev., 94. 119 (1954).
- (3) M. METROPOLIS y G. REITWIESNER, Los Alamos scientific laboratory, NP 1980 (1950).
- (4) J. W. BARNES y A. J. FREEDMAN, Phys. Rev., 84. 365 (1951).
- (5) J. W. BARNES. Comunicación personal a D. C. Coryell. Abril 1953
- (6) A. C. PAPPAS, Techn. Rep. 63, Mass. Inst. Tech. (1953).