

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 2	AÑO 1980

07.80.08

405

PRODUCCION DE RADIOISOTOPOS MEDIANTE ACELERADORES DE
PARTICULAS

S. NASSIFF - M. DE LA VEGA VEDOYA - C. WASILEVSKY

C.N.E.A.

INTRODUCCION:

La fuente convencional para la producción de radioisótopos son los reactores nucleares.

No obstante, ciertos isótopos radioactivos producidos únicamente mediante reacciones con partículas cargadas brindan una mejor adaptación a muchas aplicaciones. Numerosas publicaciones reportan las ventajas de sus usos (1-10). Ello ha creado un mercado consumidor en los países desarrollados, cuyo límite de crecimiento no es previsible.

Los aceleradores que poseerá el país a corto plazo permitirán encarar este tipo de producción. Para ello, las técnicas deberán ser muy depuradas, ya que la producción mediante máquinas aceleradoras sería de más alto costo que mediante reactores.

Numerosos autores insisten en la necesidad de contar con datos de secciones eficaces para diferentes reacciones con el objeto de poder ajustar las condiciones para obtener los más altos rendimientos y pureza final.

El Grupo Radioquímica de la Comisión Nacional de Energía Atómica realiza desde hace muchos años, a través de publicaciones especializadas, un aporte

sistemático de secciones eficaces y otros parámetros de interés provenientes de sus estudios de reacciones con partículas cargadas.

En el presente trabajo se consignan, de manera resumida, los resultados de los estudios de las reacciones para producir ^{86}Y , $^{90\text{m}}\text{Y}$, ^{92}Y , ^{90}Nb , ^{90}Mo , $^{93\text{m}}\text{Mo}$, ^{95}Zr , ^{108}In , ^{109}In , ^{110}In , ^{111}In , ^{104}Ag y ^{105}Ag .

EXPERIMENTAL

Se utilizó la técnica de las hojas metálicas superpuestas y las secciones eficaces se calcularon en forma indirecta por el método de la activación.

Irradiaciones:

Las mediciones se efectuaron en el Sincrociclotrón de la CNEA cuyas energías máximas son 28 MeV para deuterones y 55 MeV para partículas alfa. La incertidumbre en la indeterminación de las energías no superó el 1%.

Mediciones:

Se efectuaron con un detector de Ge intrínseco anexo a un analizador de pulsos multicanal. Su calibración se realizó con fuentes patrones de actividades y energías conocidas.

Las determinaciones de eficiencia acusaron un error estadístico no superior al 1%. La fórmula $\epsilon(E_\gamma) = \text{const.} E_\gamma^{-n}$ se utilizó para la extrapolación de eficiencias a otras energías.

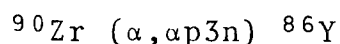
Las áreas de los fotopicos se calcularon mediante el método de Wasson.

La actividad absoluta de cada radioisótopo se calculó teniendo en cuenta la eficiencia del detector y los valores obtenidos de los esquemas de desintegración.

RESULTADOS

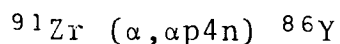
 ^{86}Y :

Se estudió la reacción:



obteniéndose un $\sigma_{\text{max}} = 117$ milibarns para 45 MeV de energía de las partículas α .

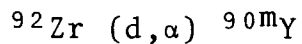
Yu-Wen-Yu (11) utilizando la reacción:



obtuvo $\sigma_{\text{max}} = 50$ milibarns a 80 MeV α .

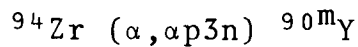
^{90}mY :

Se estudió la reacción:



obteniéndose $\sigma_{\text{max}} = 19$ milibarns para una energía de los deuterones de 12 MeV.

Estudiamos también la reacción:

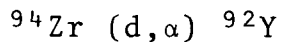
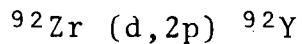


obteniéndose $\sigma_{\text{max}} = 1.942$ milibarns a 42,4 MeV

No existen otros estudios sobre esta reacción.

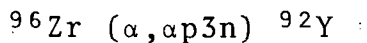
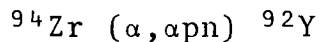
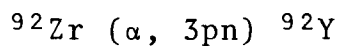
 ^{92}Y :

Se estudiaron las reacciones:



obteniéndose el valor para la producción sobre Zr estable, sin separar las reacciones de $\sigma_{\text{max}} = 14.5$ milibarns a 18 MeV.

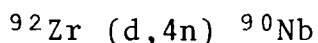
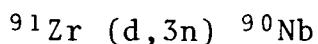
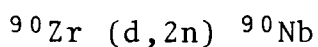
Se estudiaron, además las reacciones:



obteniéndose $\sigma_{\text{max}} = 2,9$ milibarns a 13 MeV, sin separar las reacciones.

 ^{90}Nb :

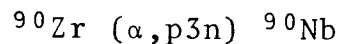
Se estudiaron las reacciones:



obteniéndose el valor $\sigma_{\max} = 10^3$ milibarns a 23 MeV.

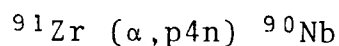
También se estudió la producción de ^{90}Nb irradiando Zr natural con partículas alfa de hasta 55 MeV.

El valor de σ hallado para la reacción:



fué $\sigma = 100$ milibarns a 55 MeV. No se llegó al máximo por imposibilidad de superar esta energía.

Y para:

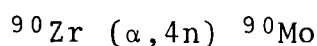


fué: $\sigma_{\max} = 630$ milibarns a 50 MeV.

Yu-Wen-Yu (11) estudió la reacción $^{90}\text{Zr} (\alpha, 3pn) ^{90}\text{Nb}$ hasta 80 MeV obteniendo $\sigma_{\max} = 390$ milibarns a 68 MeV.

^{90}Mo :

Se estudió la reacción:

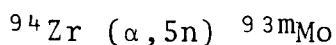
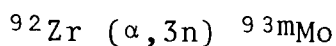
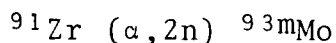


hasta 55 MeV y se halló una estricta concordancia con los valores obtenidos por Yu-Wen-Yu (11) que llegó a 80 MeV.

$\sigma_{\max} = 88$ milibarns a 65 MeV.

^{93m}Mo :

Se estudiaron las reacciones:



obteniéndose: $\sigma_{\max} = 910$ milibarns a 29,5 MeV.

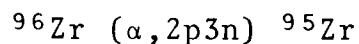
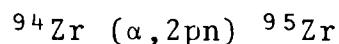
$\sigma_{\max} = 644$ milibarns a 38.5 MeV

$\sigma_{\max} = 376$ milibarns a 51.5 MeV

no existen otros estudios de estas reacciones.

^{95}Zr :

Se estudiaron las reacciones:



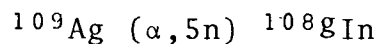
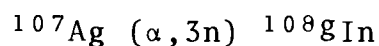
obteniéndose:

$$\sigma_{\text{max}} = 31.96 \text{ milibarns a } 35 \text{ MeV}$$

$$\sigma_{\text{max}} = 33.60 \text{ milibarns a } 48 \text{ MeV}$$

 ^{108}gIn :

Se estudiaron las reacciones:



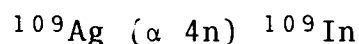
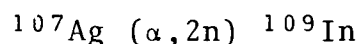
obteniéndose:

$$\sigma_{\text{max}} = 5.4 \times 10^2 \text{ milibarns a } 40.5 \text{ MeV}$$

no existen otros estudios sobre la reacción

 ^{109}In :

Se estudiaron las reacciones :



obteniéndose:

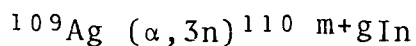
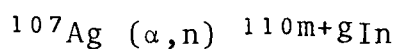
$$\sigma_{\text{max}} = 6,2 \times 10^2 \text{ a } 29,5 \text{ MeV}$$

$$\sigma_{\text{max}} = 4,6 \times 10^2 \text{ a } 54 \text{ MeV}$$

Fukushima (13) estudió la $^{107}\text{Ag} (\alpha, 2\text{n}) ^{109}\text{In}$ hasta 40 MeV obteniendo $9,9 \times 10^2$ a 27 MeV.

 $^{110\text{m}+}\text{gIn}$:

Se estudiaron las reacciones:



Se obtuvieron:

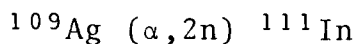
$$\sigma_{\text{max}} = 1,25 \times 10^2 \text{ milibarns a } 19 \text{ MeV}$$

$$\sigma_{\text{max}} = 5,9 \times 10^2 \text{ milibarns a } 38,5 \text{ MeV}$$

Misaelides (12) que estudió hasta 60 MeV y Fukushima (13) que hizo por separado $^{110\text{m}}$ y $^{110\text{g}}$ obtuvieron resultados concordantes con los nuestros.

^{111}In :

Se estudió la reacción:



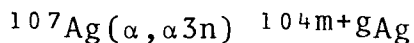
obteniéndose:

$$\sigma_{\text{max}} = 5 \times 10^2 \text{ milibarns a } 29 \text{ MeV}$$

no existen otros estudios sobre la reacción

$^{104\text{m}}\text{gAg}$:

Se estudió la reacción:



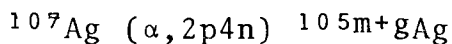
obteniéndose:

$$\sigma_{\text{max}} = 75 \text{ milibarns a } 55 \text{ MeV}$$

Misaelides (12) lo hizo hasta 70 MeV con buena concordancia.

$^{105\text{m}}\text{gAg}$:

Se estudió la reacción:



obteniéndose:

$$\sigma_{\text{max}} = 17 \text{ milibarns a } 46 \text{ MeV.}$$

- 1 - Panel discussion, Proceedings of a Symposium, Copenhagen IAEA, 1973, II, 3 (*).
- 2 - M. STEINBER, J.W.RASMUSSEN, K.ENNOW, N.ROY, V.VOETMANN, B.POULSE, M.ANDERSEN, IAEA - SM - 171/27 (*).
- 3 - YANO,Y., VAN DYKE, D., VERDON, T.Jr., ANGER, H., J.Nucl. Med. 12 (1971) 558.
- 4 - CHANDRA, R., HERNBERG, J., BRAUNSTEIN, P., ROSENFELD, W., Radiology 100 (1971) 687.
- 5 - NEIRINCKY, R., MYBURGH,J., SMIT, J., IAEA -SM - 171/73 (*).
- 6 - TAAKUR,M., MERRICK,M., GUNASEKERA, S., IAEA - SM - 171/7(*).
- 7 - Panel discussion on future directions in Radiopharmaceuticals Proceedings of a Symposium, Copenhagen, IAEA, 1973, II, 313 (*).
- 8 - GELBARD, A., HARA, T., TILBURI, R., LAUGHLIN, J., IAEA - SM - 171/93 (*).
- 9 - MURAKAMI, Y., AKIHA, F., EZAWA, O., IAEA -SM- 171/90 (*).
- 10 - SILVESTER, D., IAEA - SM - 171/6 (*).
- 11 - YU-WEN-YU, VR-3591-4.
- 12 - MISAEELIDES, P., KFK 2311.
- 13 - FUKUSHIMA, S., KUME, S., OKAMURA, H., OTOZAI, K., SAKAMOTO, K. and YOSHIZAWA, Y., Nucl. Phys. 69 (1965) 273-290.

(*) Trabajos presentados al Simposio sobre "Radiopharmaceuticals and Labelled Compounds", Copenhagen, 1973, IAEA and WHO.