



⑩ ES	⑪ NUMERO	⑩ A 1
	451.581	
⑫	⑫ FECHA DE PRESENTACION	
	16-9-1976	

P.- 63.874  
U.S. 614.623

PATENTE DE INVENCION

③① PRIORIDADES:	③② FECHA	③③ PAIS
③① NUMERO		
614.623	18-9-75	E.U.A.
715.449	18-8-76	"

④⑦ FECHA DE PUBLICIDAD	④⑤ CLASIFICACION INTERNACIONAL	④② PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	B01D 59/34	

④④ TITULO DE LA INVENCION

"UN METODO DE SEPARAR LOS ISOTOPOS DE UN ELEMENTO"

④⑦ SOLICITANTE (S)

EXXON RESEARCH AND ENGINEERING COMPANY

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

Linden, Nueva Jersey, Estados Unidos de América

④⑧ INVENTOR (ES)

Andrew Kaldor y Paul Rabinowitz

④⑨ TITULAR (ES)

④④ REPRESENTANTE

DON FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ

TGG.

1           La presente invención se refiere a un procedimien  
to para separar un material en dos o más partes, en cada una  
de las cuales la abundancia de los isótopos de un elemento  
dado difiere de la abundancia de los isótopos del mismo ele  
5           mento en dicho material. Más en particular, la invención se  
refiere a un método para la excitación isotópicamente selec  
tiva de las moléculas de la fase gaseosa, mediante la radia  
ción infrarroja y para la conversión de estas moléculas,  
bien sea por la misma radiación o por una reacción química  
10           de estado excitado, para formar un producto que puede ser  
separado por medios conocidos en la técnica. La presente in  
vención es útil para, pero no está limitada a la separación  
de los isótopos principales del uranio.

15           Esta solicitud se refiere a la patente de Estados  
Unidos 3.937.956 y a una de continuación en parte de la mis  
ma, número de serie 570.849 de Estados Unidos, presentada  
el 23 de abril de 1975, ambas de R. K. Lyon; es decir, a pro  
cedimientos de separación de isótopos, en los que, en una  
primera etapa, se utiliza la absorción de fotones infrarro  
20           jos para excitar selectivamente un isótopo de una mezcla iso  
tópica, y dicho isótopo excitado se convierte, en una segun  
da etapa, en una forma que puede recuperarse desde dicha mez  
cla.

25           Con el fin de que la presente invención pueda ser  
claramente entendida, es útil revisar la técnica anterior  
referente a la separación fotoquímica de isótopos. La paten  
te de Estados Unidos 2.713.025 y la patente británica  
1.237.474, son buenos ejemplos del procedimiento para la se  
paración fotoquímica de los isótopos del mercurio. El primer  
30           requerimiento para una separación fotoquímica de isótopos es

1 encontrar condiciones tales que los átomos o moléculas de  
un isótopo de un elemento dado absorban luz con más intensi-  
dad que los átomos o moléculas de otro isótopo de dicho ele-  
mento. El mercurio es un metal volátil y forma fácilmente  
5 un vapor de átomos. Dichos átomos absorben luz ultravioleta  
de 2537 Å. La línea de absorción del Hg<sup>202</sup> está desplazada  
en aproximadamente 0,01 Å con relación a la línea de absor-  
ción del Hg<sup>200</sup>. Como las líneas de absorción son extremada-  
mente estrechas, utilizando luz de una región de longitud de  
10 onda críticamente estrecha, se puede excitar bien sea el  
Hg<sup>200</sup> o el Hg<sup>202</sup>.

El segundo requerimiento para una separación foto-  
química de isótopos es que aquellos átomos o moléculas que  
son excitados por la luz, experimenten algún proceso que no  
15 experimenten los átomos o moléculas que no han sido excita-  
dos o, por lo menos, que no lo experimenten tan rápidamente.  
Un cuanto de luz ultravioleta de 2537 Å comunica una excita-  
ción de 112,7 kilocalorías/mol al átomo de mercurio que lo  
absorbe. El número de átomos de mercurio que a la temperatu-  
ra ambiente son excitados térmicamente hasta este nivel de  
20 energía, es infinitamente pequeño y, de aquí que los átomos  
excitados por la luz no sean diluidos por los átomos excita-  
dos por medios térmicos. Los átomos de este alto nivel de  
excitación experimentan fácilmente reacciones con el H<sub>2</sub>O (co-  
mo se indica en la patente de Estados Unidos) o con el O<sub>2</sub>,  
25 HCl o butadieno (como se indica en la patente británica),  
sin que dichas reacciones ocurran a la temperatura ambiente  
con el mercurio no excitado.

El uranio, sin embargo, es un metal altamente re-  
fractario, que hierve solamente a temperaturas extremadamen-  
30

1 te altas. Por lo tanto, el uso del procedimiento anteriormen-  
te descrito con átomos de uranio, en lugar de con átomos de  
mercurio, lleva consigo evidentes dificultades. La forma más  
volátil del uranio es el  $\text{UF}_6$ . Tanto el  $\text{U}^{235}\text{F}_6$  como el  $\text{U}^{238}\text{F}_6$ ,  
5 absorben la luz ultravioleta y lo hacen exactamente en el  
mismo grado para todas las longitudes de onda del ultravio-  
leta; por lo tanto, la excitación con ultravioleta del  $\text{UF}_6$   
no satisface el primer requerimiento de la separación foto-  
química de isótopos. Sin embargo, el  $\text{UF}_6$  absorberá también  
10 la luz infrarroja en la zona de alrededor de los  $626 \text{ cm}^{-1}$   
(la banda  $\nu_3$ ) y  $189 \text{ cm}^{-1}$  (la banda  $\nu_4$ ). Tanto la banda  $\nu_3$   
como la banda  $\nu_4$  del  $\text{U}^{235}\text{F}_6$  están desplazadas ligeramente  
hacia niveles de energía superiores, con relación a las ban-  
das  $\nu_3$  y  $\nu_4$  del  $\text{U}^{238}\text{F}_6$  respectivamente, pero la cuantía  
15 de estos desplazamientos es pequeña en comparación con la  
anchura de las bandas; en otras palabras, los espectros de  
absorción infrarroja de  $\text{U}^{238}\text{F}_6$  y de  $\text{U}^{235}\text{F}_6$  no coinciden  
exactamente, sino que se solapan para todas las longitudes  
de onda, de tal modo que si uno de los isótopos absorbe luz,  
20 el otro la absorberá también hasta un grado substancial. De  
aquí que la excitación infrarroja del  $\text{UF}_6$  por absorción de  
un sólo fotón infrarrojo, sea un procedimiento de selectivi-  
dad isotópica limitada.

Como los medios de escalonar la separación de isó-  
25 topos son bien conocidos, esta selectividad limitada puede  
todavía ser utilizable; sin embargo, el segundo requerimien-  
to para la separación de isótopos es también un asunto de  
alguna dificultad para el  $\text{UF}_6$ . Las moléculas de  $\text{UF}_6$  que son  
excitadas por un solo fotón de luz infrarroja, reciben una  
30 pequeña cantidad de energía y son sólo ligeramente diferen-

1 tes de las moléculas no excitadas. Así, si han de convertir  
se las moléculas excitadas, dejando sin convertir las molé-  
culas no excitadas, es necesario un medio de conversión que  
5 sea altamente selectivo con relación al contenido de energía  
de las moléculas.

Hay la dificultad adicional de que como la energía  
proporcionada por excitación fotónica es pequeña, las molé-  
culas pueden ser térmicamente excitadas hasta el mismo nivel  
de energía. Así, si cada una de las moléculas de un grupo de  
10 ellas absorbe un fotón infrarrojo, estas moléculas que fue-  
ron fotoexcitadas con selectividad isotópica, estarán dilui-  
das con las moléculas producidas por excitación térmica no  
selectiva. Las moléculas fotoexcitadas desaparecerán rápida-  
mente, pero las moléculas excitadas térmicamente son repues-  
15 tas continuamente. Así, a medida que pasa el tiempo después  
de la excitación, aumenta la dilución de las moléculas se-  
lectivamente excitadas, por las moléculas excitadas no selec-  
tivamente, y con el fin de reducir a un mínimo esta dilución  
indeseable, es evidentemente necesario que el espacio de  
20 tiempo entre la excitación y la conversión sea pequeño.

Si las condiciones de irradiación son tales que  
hacen que la molécula absorba más de un fotón infrarrojo,  
entonces la molécula será excitada hasta un nivel de energía  
muy por encima del de las producidas por medios térmicos.  
25 De hecho, la molécula puede ser excitada hasta el límite de  
disociación.

Para conseguir una absorción de fotones múltiples,  
han de superarse por lo menos dos factores limitadores. En  
primer lugar, el procedimiento de excitación ha de ser más  
rápido que los diversos procedimientos de relajación molecu-  
30

1 lar. En segundo lugar, ha de idearse un procedimiento que  
ayude a superar el carácter no armónico de los osciladores  
moleculares, a saber la falta de armonía. La solución para  
el primer problema es restringir la amplitud del impulso de  
5 excitación hasta un tiempo más corto que los tiempos de re-  
lajación relevantes. Para el segundo problema existen varias  
soluciones. La patente de Estados Unidos 3.937.956 y su con-  
tinuación en parte, indican un medio mediante el cual puede  
superarse la falta de armonía. Este medio consiste en el uso  
10 de un segundo gas que favorece la relajación rotacional en-  
tre la absorción de fotones infrarrojos. Otro camino es uti-  
lizar un láser que emita no a una sola longitud de onda exac-  
ta, sino a un margen finito de longitudes de onda, tal que  
se supere la falta de armonía para los niveles  $n$ . Finalmen-  
15 te, se puede conseguir la absorción multifotónica como re-  
sultado del ensanchamiento de potencia, donde el límite de  
ensanchamiento de potencia se establece por el umbral de la  
subdivisión inducida por el láser en las especies gaseosas  
particulares, o mezclas de especies gaseosas, y por el requere-  
20 rimiento de que la selectividad para el isótopo de la radia-  
ción excitante, no sea perjudicada. La presente invención  
indica aún otro modo de superar la falta de armonía y la ab-  
sorción fotónica múltiple, consiguiéndose un enriquecimien-  
to de isótopos adicional en comparación con el obtenido con  
25 la absorción fotónica sencilla.

La presente invención es un procedimiento en dos  
etapas, siendo la primera etapa una combinación de excita-  
ción y conversión isotópicamente selectiva, y siendo la se-  
gunda etapa la recuperación y separación de las moléculas  
30 convertidas, desde las moléculas no convertidas, por medios

1 conocidos en la técnica. Esta excitación y conversión combi-  
nadas se consigue mediante la irradiación simultánea de las  
moléculas en fase gaseosa que contienen el elemento cuyos  
isótopos han de ser separados, con radiación infrarroja a  
5 dos longitudes de onda diferentes. Una de estas radiaciones  
puede denominarse la radiación resonante, porque su longitud  
de onda debe corresponder a una banda de absorción de dichas  
moléculas, que corresponde a su vez a un modo de movimiento  
molecular en el que hay participación de los átomos de di-  
10 cho elemento. Si dichas moléculas en fase gaseosa son de  $UF_6$ ,  
entonces se prefiere utilizar una radiación resonante en uno  
de los siguientes márgenes de longitud de onda: 1888 a 1852  
 $cm^{-1}$ , 1300 a 1280  $cm^{-1}$ , 1170 a 1143  $cm^{-1}$ , 636 a 613  $cm^{-1}$  y  
196 a 186  $cm^{-1}$ . No existe ningún requerimiento de alta po-  
15 tencia para la radiación de resonancia. La segunda radiación  
puede denominarse la radiación no resonante y para ella se  
requiere una potencia elevada, específicamente la densidad  
de potencia de la radiación no resonante a la que las molé-  
culas son sometidas, debe ser mayor de  $10^6$  vatios por  $cm^2$ ,  
20 preferiblemente mayor de  $10^7$  vatios por  $cm^2$  y, más preferi-  
blemente, mayor de  $10^8$  vatios por  $cm^2$ . No existe ninguna re-  
lación requerida entre la longitud de onda de las bandas de  
radiación y absorción no resonantes de las moléculas, y de  
aquí que pueda utilizarse cualquier laser de alta potencia.  
25 Sin embargo, es preferible que la frecuencia de la radiación  
de alta potencia sea próxima a una resonancia de la molécu-  
la excitada por la radiación de baja potencia. Debido a sus  
altas eficacias, se prefieren los láser de  $CO_2$ , CO, HF y DF.  
También se prefiere que el tiempo durante el cual se someten  
30 las moléculas a irradiación, sea inferior a los  $10^{-5}$  segun-

1 dos y, más preferiblemente, inferior a los  $10^{-6}$  segundos y,  
lo más preferiblemente, inferior a los  $10^{-7}$  segundos.

El modo preferido de conversión es la descomposi-  
ción unimolecular, es decir, las moléculas irradiadas reci-  
5 ben energía suficiente para que se descompongan. Sin embar-  
go, está dentro del alcance de la presente invención el que  
las moléculas irradiadas reciban una cantidad de energía que  
sea insuficiente para provocar la descomposición, pero que  
haga que las mismas reaccionen con alguna otra molécula en  
10 fase gaseosa también presente en el volumen irradiado. Ejem-  
plos de los diversos procedimientos de conversión química  
que pueden experimentar las moléculas selectivamente excita-  
das, se describen en las patentes de Lyon mencionadas ante-  
riormente.

15 La descripción más sencilla de la etapa de conver-  
sión por excitación en combinación, es en términos de proce-  
dimiento en secuencia. La radiación resonante provoca una  
excitación isotópicamente selectiva de las moléculas. Las  
moléculas excitadas tienen una mayor densidad de estados vi-  
20 bracionales disponibles para una excitación adicional, que  
las moléculas no excitadas y, por lo tanto, experimentan  
más fácilmente la absorción de la radiación no resonante de  
alta potencia que conduce a su descomposición. La radiación  
no resonante de alta potencia significa, en el contexto de  
25 esta solicitud, una radiación que no es absorbida por la vi-  
bración molecular fundamental. Sin embargo, esta descripción  
implica que la radiación no resonante de alta potencia no  
influya sobre la absorción de la radiación resonante. Está  
dentro del alcance de esta invención actuar en condiciones  
30 tales que dicha implicación sea válida, pero también está

1 dentro del alcance de esta invención, utilizar condiciones  
tales que la radiación no resonante de alta potencia inter-  
actúe significativamente con la absorción de la radiación re-  
sonante, sin perjudicar la selectividad isotópica. Está  
5 también dentro del alcance de esta invención, el que la ra-  
diación no resonante del láser de alta potencia en el contex-  
to de la absorción directa de la radiación, pueda dispersar  
se inelásticamente de acuerdo con un proceso Raman, tal que  
se consiga el equivalente de la excitación vibracional multi-  
10 fotónica. En presencia de la gran producción de fotones, es-  
to puede aproximarse a un procedimiento de dispersión esti-  
mulada, con una sección transversal mayor que la observada  
para menores producciones. Debido a la alta densidad de los  
estados de las moléculas, puede prevalecer un proceso de dis-  
15 persión Raman resonante.

Por la descripción anterior se distingue fácilmen-  
te la presente invención de la técnica anterior. Así, la pa-  
tente de Estados Unidos número 3.443.087, enseña la separa-  
ción de  $U^{235}F_6$  del  $U^{238}F_6$ , mediante la excitación selectiva  
20 de uno de ellos con un laser infrarrojo, la ionización, a  
continuación, de dichas moléculas excitadas con luz ultra-  
violeta, y la recuperación de los iones por medio de campos  
eléctricos y/o magnéticos o de reacciones químicas. En una  
revisión titulada "Separación fotoquímica de isótopos y su  
25 aplicación al uranio" (Unión Carbide Corporation Nuclear Di-  
vision, Oak Ridge Gaseous Diffusion Plant, 15 de marzo de  
1972, K-L-3054, Revision 1, página 29), Farrar y Smith expo-  
nen la patente anteriormente mencionada y comentan desfavo-  
rablemente sobre la posibilidad de practicar la segunda eta-  
30 pa propuesta de fotoionización. Como alternativa, sugieren

1 la fotodisociación por fotones ultravioleta simples.

La patente británica 1.284.620, la patente alemana 1.959.767 y la patente alemana 2.150.232, enseñan el uso de la radiación infrarroja para excitar selectivamente moléculas que experimentan entonces una reacción química, la cual es experimentada más lentamente por las moléculas no excitadas. Solamente se da un ejemplo de tal reacción, la descomposición térmica de  $U(BH_4)_4$ .

En todas las referencias anteriores, se indica explícitamente que la energía comunicada a las moléculas en la etapa de fotoexcitación es de un fotón infrarrojo, mientras que en la presente invención se proporciona a las moléculas la energía de varios fotones infrarrojos.

Existen también publicaciones que implican múltiples fotones infrarrojos. En la patente de Estados Unidos 3.937.956 y en la de continuación en parte de la misma, se enseña un procedimiento en el cual se excitan las moléculas de una manera isotópicamente selectiva, mediante radiación infrarroja a la densidad de alta potencia requerida de por lo menos  $10^4$  vatios por  $cm^2$  y por mm. Hg de presión del compuesto gaseoso que contiene el elemento cuyos isótopos están siendo separados. Se ha observado la descomposición isotópicamente selectiva de  $SF_6$  mediante radiación resonante para densidades de potencia de  $10^9$  vatios por  $cm^2$ , y se ha informado sobre ella en artículos de revista de Ambartzumian y otros (Soviet Physics JETP 21, 375, 1975) y por Lyman y otros (Applied Physics Letters 27, 87, 1975). Todas estas referencias comparten el requerimiento común de que el usuario debe disponer de un láser de alta potencia que funcione a una longitud de onda resonante, es decir que el láser de

1 alta potencia ha de funcionar a una longitud de onda dicta-  
da por las moléculas. La presente invención se distingue cla-  
ramente de estas referencias y es ventajosa con relación a  
ellas, porque el láser de alta potencia puede funcionar a  
5 cualquier longitud de onda que permita el más eficaz funcio-  
namiento del láser. Es bien sabido que la eficacia y el cos-  
te de generar una radiación infrarroja de alta potencia es  
sensible a la longitud de onda a la cual ha de funcionar el  
láser. Esta dificultad se reduce en gran manera en la presen-  
10 te invención, puesto que la radiación resonante, es decir la  
radiación que ha de coincidir con las moléculas que compren-  
den los isótopos que han de ser separados, solamente necesi-  
ta ser generada a baja potencia.

EJEMPLO.

15 Un mineral de uranio de distribución isotópica na-  
tural se convierte en  $UF_6$  por medios bien conocidos en la  
técnica. Dicho  $UF_6$  se irradia simultáneamente con radiación  
resonante de baja potencia, infrarroja, en el margen de lon-  
gitudes de onda de 636 a 613  $cm^{-1}$  y con radiación infrarro-  
20 ja procedente de un láser de  $CO_2$  a una densidad de potencia  
mayor de  $10^8$  vatios por  $cm^2$ , durante un tiempo inferior a  
 $10^{-5}$  segundos, descomponiéndose de este modo el  $UF_6$  de una  
manera isotópicamente selectiva.

25 La radiación resonante de baja potencia debe ser,  
adecuadamente, lo suficientemente intensa para excitar la  
molécula y permitir la absorción de la radiación de alta po-  
tencia no resonante. La intensidad de la radiación de baja  
potencia no debe exceder de valores que produzcan un ensan-  
chamiento de nivel tal que la selectividad del isótopo se  
30 pierda. Para la transición  $\nu_3$  del  $UF_6$ , 636-613  $cm^{-1}$ , esta

1 intensidad está limitada al margen de 100 wátios por  $\text{cm}^2$  a  
10<sup>6</sup> wátios por  $\text{cm}^2$ .

La radiación de alta intensidad debe ser, adecuadamente, de una frecuencia, y debe tener una intensidad tales, que aquélla no contribuya al ensanchamiento de nivel en detrimento de la selectividad para el isótopo conseguida por la radiación de baja potencia sola. Es preferible que la frecuencia de la radiación de alta potencia sea próxima a una resonancia de la molécula excitada por la irradiación de baja potencia.

Las longitudes de onda, anchura de banda, energía, anchura de impulso y carácter temporal del impulso, tanto de la radiación de baja potencia como de la radiación de alta potencia, han de ajustarse de manera que proporcionen la producción o rendimiento máximos para la separación óptima de isótopos.

Las moléculas descompuestas se recuperan seguidamente y se separan de las moléculas no descompuestas, formando así uranio isotópicamente enriquecido y agotado, efectuándose dicha separación y recuperación por cualquier medio conocido en la técnica. Las técnicas de escalonar la separación de isótopos son bien conocidas y, si se desea un mayor agotamiento del uranio agotado o un mayor enriquecimiento del uranio enriquecido, puede repetirse el procedimiento de separación de acuerdo con técnicas bien conocidas.

- REIVINDICACIONES -

Los puntos de invención propia y nueva que se pre

1 sentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de  
Invencción en España, por VEINTE años, son los que se reco-  
gen en las reivindicaciones siguientes:

5 1ª.- Un método de separar los isótopos de un ele-  
mento, aplicándose dicho método a un compuesto gaseoso de  
dicho elemento, y comprendiendo dicho método el someter a  
las moléculas de dicho compuesto, simultáneamente, a dos ra-  
diaciones infrarrojas de dos longitudes de onda diferentes,  
durante un tiempo menor de  $10^{-5}$  segundos, teniendo la prime-  
10 ra radiación una longitud de onda que corresponde a una ban-  
da de absorción de dicho compuesto, la cual, a su vez, co-  
rresponde a un modo de movimiento molecular en el cual exis-  
te una participación de los átomos de dicho elemento, y te-  
niendo la segunda radiación una densidad de potencia mayor  
15 de  $10^6$  waticos por  $\text{cm}^2$ , con lo que dicho compuesto se excita  
y convierte de una manera isotópicamente selectiva, siendo  
dicha conversión bien sea una descomposición o una reacción  
con un segundo gas, después de lo cual las moléculas conver-  
tidas se separan y recuperan de las moléculas no converti-  
20 das, por medios conocidos en la técnica.

2ª.- El método de la reivindicación 1ª, en el cual  
la primera radiación es suficientemente intensa para excitar  
a la molécula y permitir la absorción de la segunda radia-  
ción y por debajo de intensidades que producen un ensancha-  
25 miento de nivel que perjudica a la selectividad para el isó-  
topo.

3ª.- El método de las reivindicaciones 1ª o 2ª,  
en el cual dicho compuesto gaseoso es un compuesto de uranio.

4ª.- El método de la reivindicación 3ª, en el cual  
30 la densidad de potencia es mayor de  $10^7$  waticos por  $\text{cm}^2$  y el

1 tiempo de irradiación es inferior a  $10^{-7}$  segundos.

5<sup>a</sup>.- El método de la reivindicación 3<sup>a</sup>, en el cual la densidad de potencia es mayor de  $10^8$  wátios por  $\text{cm}^2$  y el tiempo de irradiación es menor de  $10^{-6}$  segundos.

5 6<sup>a</sup>.- El método de la reivindicación 4<sup>a</sup>, en el cual dicha segunda radiación es proporcionada mediante un láser de  $\text{CO}_2$ , de  $\text{CO}$ , de  $\text{HF}$  o de  $\text{DF}$ .

7<sup>a</sup>.- El método de la reivindicación 6<sup>a</sup>, en el cual dicha segunda radiación es proporcionada por un láser de  
10  $\text{CO}_2$ .

8<sup>a</sup>.- El método de la reivindicación 3<sup>a</sup>, en el cual dicho compuesto de uranio es  $\text{UF}_6$ .

9<sup>a</sup>.- El método de la reivindicación 8<sup>a</sup>, en el cual dicha primera radiación está en uno de los márgenes de longitud de onda de  $1880$  a  $1852 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1300$  a  $1280 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1170$  a  $1143 \text{ cm}^{-1}$ ,  $636$  a  $613 \text{ cm}^{-1}$  y  $196$  a  $186 \text{ cm}^{-1}$ .  
15

10<sup>a</sup>.- El método de la reivindicación 7<sup>a</sup>, en el cual dicho compuesto gaseoso es  $\text{UF}_6$  y en el cual dicha primera radiación tiene una longitud de onda en el margen de  
20  $636$  a  $613 \text{ cm}^{-1}$ .

11<sup>a</sup>.- El método de la reivindicación 2<sup>a</sup> o 10<sup>a</sup>, en el cual dicha primera radiación tiene una intensidad comprendida entre  $100$  wátios por  $\text{cm}^2$  y  $10^6$  wátios por  $\text{cm}^2$ .

12<sup>a</sup>.- Un método de separar los isótopos de un elemento.  
25

1

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de quince hojas escritas a máquina por una sola cara.

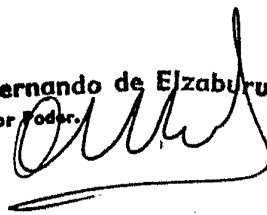
5

Madrid, 24. SEPT. 1977

P. A.

10

Fernando de Elzaburu  
Por Poder.



15

20

25