

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 745**

51 Int. Cl.:

**C22B 61/00** (2006.01)

**G21F 9/06** (2006.01)

**C01G 55/00** (2006.01)

**C22B 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2012 E 12708756 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.01.2015 EP 2670874**

54 Título: **Procedimiento de separación de al menos un elemento platinoide de una disolución acuosa ácida que comprende, además de este elemento platinoide, uno o varios de otros elementos químicos**

30 Prioridad:

**03.02.2011 FR 1150871**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**14.05.2015**

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET  
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)  
25, Rue Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D"  
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**GOETTMANN, FRÉDÉRIC;  
SMUTEK, BERNHARD y  
GRANDJEAN, AGNÈS**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 535 745 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento de separación de al menos un elemento platinoide de una disolución acuosa ácida que comprende, además de este elemento platinoide, uno o varios de otros elementos químicos

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un procedimiento de separación de al menos un elemento platinoide de una disolución acuosa ácida que comprende, además de este elemento platinoide, uno o varios de otros elementos químicos.

En lo anterior y lo que sigue, se precisa que por "elemento platinoide", se entiende un elemento que puede elegirse de platino, paladio, rodio, rutenio, iridio, osmio.

15 La invención es susceptible de encontrar aplicación en el campo del tratamiento y del reciclado de combustibles nucleares irradiados donde presenta un interés especial para recuperar de modo selectivo un elemento platinoide a partir de disoluciones acuosas de alta actividad como, por ejemplo, refinados procedentes del tratamiento de combustibles nucleares irradiados.

20 **Estado de la técnica anterior**

Los procedimientos, que permiten extraer y purificar el uranio y el plutonio presentes en los líquidos de disolución de combustibles nucleares irradiados, generan efluentes a los que se da el nombre de refinados.

25 Estos refinados son disoluciones acuosas de gran acidez nítrica, normalmente de 2 a 5 M, que contienen dos actínidos minoritarios, concretamente americio y curio, lantánidos como lantano, cerio, praseodimio, neodimio, samario y europio, productos de fisión distintos de los lantánidos como molibdeno, zirconio, rubidio, rutenio, rodio, paladio e itrio, así como productos de corrosión como hierro y cromo.

30 Su gestión consiste actualmente en concentrarlos al máximo, después acondicionarlos en matrices vítreas con vistas a un depósito antes de un almacenamiento final.

No obstante, la presencia de elementos platinoides (tales como paladio, rodio y rutenio) genera, a nivel de la vitrificación, entre otros, las siguientes dificultades:

- 35 - presentan una solubilidad limitada en los vidrios de confinamiento;
- tienden a formar partículas que precipitan en los crisoles de vitrificación y perturban, debido a ello, enormemente el funcionamiento de los procedimientos de vitrificación.

40 Para superar estas dificultades y también con vistas a reciclar los elementos platinoides (teniendo en cuenta, concretamente, la escasez previsible de los recursos naturales de estos elementos) determinados autores han puesto en práctica procedimientos de recuperación de estos elementos a partir de una disolución que los contiene además también de otros elementos radiactivos.

45 Diferentes técnicas de separación se han puesto en práctica, entre las que pueden citarse:

- 50 - técnicas de reducción electroquímica en medio de ácido nítrico, de modo que se depositen sobre un electrodo los elementos platinoides, que van a separarse, tales como las descritas en el documento US 2003/0099322, teniendo, no obstante, como inconveniente, una puesta en práctica relativamente compleja;

- 55 - técnicas de extracción líquido-líquido que implican el uso de agentes extractantes, tales como nitrato de tricaprilmetilamonio (tal como se describe en el documento US 4.162.231) o sulfuro de dialquilo (tal como se describe en el documento US 5.503.812), presentando estas técnicas no obstante el inconveniente de generar una cantidad importante de efluentes secundarios;

- 60 - técnicas de precipitación por reducción química de los elementos platinoides en medio de ácido nítrico que implican el uso de un reductor químico, tal como sacarasa como en el documento US 4.290.967, generando este modo de realización problemas de reacción de desnitración, reacción que presenta un carácter altamente exotérmico que puede originar una autoinflamación del medio de ácido nítrico.

65 Con vistas a superar los inconvenientes inherentes a las técnicas puestas en práctica en la técnica anterior, los autores de la presente invención se han propuesto poner a punto un nuevo procedimiento de recuperación de uno o varios elementos platinoides contenidos en una disolución acuosa ácida, por ejemplo, una disolución acuosa nítrica, que comprende otros elementos químicos, tales como elementos radiactivos.

Han descubierto así, de modo sorprendente, que utilizando determinados alcoholes orgánicos, es posible extraer selectivamente los elementos platinoides contenidos en una disolución acuosa ácida, mediante una puesta en práctica sencilla y poco costosa, sin que ello genere grandes cantidades de efluentes secundarios y sin que ello induzca los inconvenientes relacionados con importantes reacciones de desnitración, cuando la disolución acuosa ácida es una disolución acuosa nítrica.

### Exposición de la invención

Así la invención se refiere a un procedimiento de recuperación de al menos un elemento platinoide contenido en una disolución acuosa ácida que comprende otros elementos químicos además de dicho elemento platinoide, comprendiendo dicho procedimiento las siguientes etapas:

- una etapa de puesta en contacto de dicha disolución acuosa ácida con una cantidad reductora de un agente reductor que es un compuesto alcohólico no azufrado y no glucídico elegido de los alcoholes cíclicos, eventualmente aromáticos, y los polioles alifáticos, mediante lo cual dicho elemento platinoide se reduce a su grado de oxidación 0;
- una etapa de separación de dicho elemento platinoide así reducido de dicha disolución acuosa ácida.

Antes de entrar en más detalle en la descripción de la invención, se precisan las siguientes definiciones.

En lo anterior y lo que sigue, se entiende, por elemento platinoide, un elemento metálico que existe con un grado de oxidación diferente de 0, elemento metálico que se elige de platino, paladio, rodio, rutenio, iridio, osmio.

Gracias a la elección de alcoholes específicos utilizados en cantidades específicas (concretamente, cantidades que permiten la reducción a su grado de oxidación 0 del o de los elementos platinoides presentes en la disolución acuosa ácida), es posible obtener una reducción selectiva del o de dichos elementos platinoides con respecto a otros elementos químicos presentes en la disolución acuosa ácida, sin que exista contaminación de dicha disolución por azufre (debido a que los alcoholes son no azufrados), lo que sería insalvable para la vitrificación de la disolución así obtenida tras la extracción de dichos elementos platinoides.

Tal como se mencionó anteriormente, los alcoholes no azufrados y no glucídicos que pueden utilizarse para el procedimiento de la invención pueden ser alcoholes cíclicos, eventualmente aromáticos, dicho de otro modo:

- compuestos hidrocarbonados cíclicos, eventualmente aromáticos, que comprenden al menos un ciclo que porta directamente al menos un grupo hidroxilo; o
- compuestos hidrocarbonados cíclicos, eventualmente aromáticos, cuyo ciclo porta al menos un grupo hidrocarbonado, lineal o ramificado, saturado o insaturado, grupo hidrocarbonado que porta al menos un grupo hidroxilo.

Con referencia a los compuestos hidrocarbonados cíclicos, que comprenden al menos un ciclo que porta directamente al menos un grupo hidroxilo, pueden citarse compuestos alicíclicos y monocíclicos que comprenden de 4 a 10 átomos de carbono, que portan al menos un grupo hidroxilo. A modo de ejemplo de compuestos según esta definición, puede citarse el ciclohexanol.

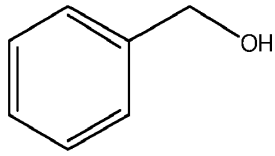
Con referencia a los compuestos hidrocarbonados cíclicos, eventualmente aromáticos, cuyo ciclo porta al menos un grupo hidrocarbonado, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que porta al menos un grupo hidroxilo, pueden citarse compuestos aromáticos monocíclicos, cuyo ciclo porta al menos un grupo hidrocarbonado, lineal o ramificado, que porta al menos un grupo hidroxilo y cuyo ciclo también porta eventualmente uno o varios grupos distintos del grupo hidrocarbonado mencionado anteriormente, tales como grupos alcóxilo, -OH.

Más precisamente, puede tratarse de compuestos fenílicos, cuyo grupo fenilo porta al menos un grupo hidrocarbonado, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que puede comprender de 4 a 10 átomos de carbono, grupo hidrocarbonado que porta al menos un grupo hidroxilo, grupo fenilo que también puede portar uno o varios grupos distintos del grupo hidrocarbonado mencionado anteriormente.

Según una primera variante, compuestos específicos según la definición facilitada anteriormente pueden ser compuestos fenílicos, cuyo grupo fenilo porta un grupo hidrocarbonado, lineal o ramificado, saturado que comprende de 1 a 4 átomos de carbono, grupo hidrocarbonado que porta un grupo hidroxilo.

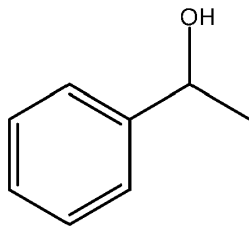
Más precisamente, compuestos específicos según esta definición pueden ser compuestos fenílicos, cuyo grupo fenilo porta un grupo  $-CH_2-OH$  y eventualmente al menos un grupo elegido de los grupos alcóxilo u -OH.

Cuando el compuesto consiste en un grupo fenilo, que porta únicamente un grupo  $-CH_2OH$ , corresponde al alcohol bencílico de la siguiente fórmula:



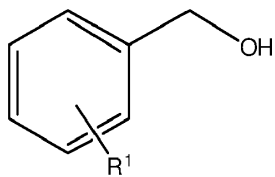
5 Otros compuestos específicos según esta definición pueden ser compuestos fenílicos, cuyo grupo fenilo porta un grupo -CH(OH)-CH<sub>3</sub> y eventualmente al menos un grupo elegido de los grupos alcoxilo u -OH.

Cuando el compuesto consiste en un grupo fenilo, que porta únicamente un grupo -CH(OH)-CH<sub>3</sub>, corresponde al alcohol de la siguiente fórmula:



10 designado comúnmente con la terminología de 1-fenil-1-etanol.

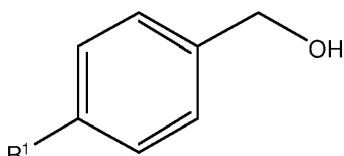
15 Cuando el compuesto consiste en un grupo fenilo, que porta un grupo -CH<sub>2</sub>OH y al menos un grupo distinto de un grupo -CH<sub>2</sub>OH, puede corresponder a un derivado de alcohol bencílico de la siguiente fórmula:



en la que R<sup>1</sup> es un grupo alcoxilo o un grupo hidroxilo.

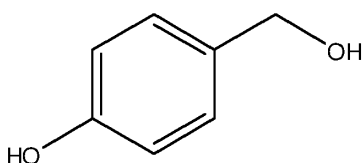
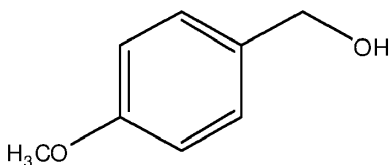
20 R<sup>1</sup> puede estar situado en posición orto, meta o para con respecto al grupo -CH<sub>2</sub>-OH.

Ventajosamente, R<sub>1</sub> está situado en posición para con respecto al grupo -CH<sub>2</sub>-OH, en cuyo caso el compuesto responde a la siguiente fórmula:



25 siendo R<sup>1</sup> tal como se definió anteriormente.

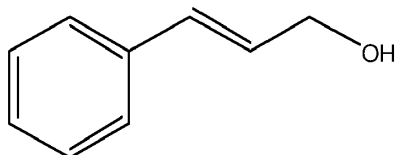
30 Compuestos específicos que responden a la definición facilitada anteriormente pueden ser el alcohol 4-metoxibencílico o el alcohol 4-hidroxibencílico, los cuales corresponden respectivamente a las siguientes fórmulas:



35

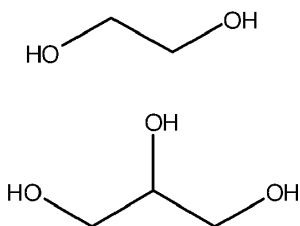
Según una segunda variante, compuestos específicos que responden a la definición facilitada anteriormente (concretamente, compuestos pertenecientes a la familia de los compuestos fenílicos, cuyo grupo fenilo porta al menos un grupo hidrocarbonado, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que puede comprender de 1 a 4 átomos de carbono, grupo que porta al menos un grupo hidroxilo) pueden ser compuestos fenílicos, cuyo grupo fenilo porta al menos un grupo hidrocarbonado, lineal o ramificado, insaturado que puede comprender de 2 a 4 átomos de carbono, grupo hidrocarbonado que porta al menos un grupo hidroxilo.

Más precisamente, compuestos específicos según esta definición pueden ser compuestos fenílicos, cuyo grupo fenilo porta un grupo hidrocarbonado, lineal o ramificado, monoinsaturado que puede comprender de 2 a 4 átomos de carbono, tal como un grupo  $-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH}$ , siendo un ejemplo específico de tales compuestos el alcohol cinámico de la siguiente fórmula:



Tal como se mencionó anteriormente, los alcoholes no azufrados y no glucídicos que pueden utilizarse para el procedimiento de la invención pueden ser polioles alifáticos, concretamente compuestos hidrocarbonados, lineales o ramificados, que comprenden al menos dos grupos hidroxilo. Estos compuestos pueden comprender de 2 a 4 átomos de carbono.

Ventajosamente, estos compuestos pueden ser el etilenglicol o la glicerina de las siguientes fórmulas respectivas:



En particular, el elemento platinoide según la invención puede ser paladio.

La cantidad reductora de agente reductor necesaria para reducir el o los elementos platinoideos a su grado de oxidación 0 puede elegirse por el experto en la técnica, mediante ensayos experimentales sencillos (pudiendo materializarse la reducción al estado de oxidación 0 visualmente mediante una precipitación del o de los elementos platinoideos).

Según la invención, la disolución acuosa ácida puede ser una disolución nítrica (es decir, en otras palabras, una disolución acuosa de ácido nítrico).

En este caso particular, el uso de alcoholes específicos tales como se definieron anteriormente contribuye a evitar, además, las reacciones de desnitración fuertemente exotérmicas de la disolución nítrica, las cuales se generan de manera clásica por la presencia en una disolución nítrica de glúcidos reductores (como la sacarosa).

Según la invención, la disolución nítrica destinada a tratarse según el procedimiento de la invención puede ser un refinado (o disolución acuosa) procedente de procedimientos de tratamiento de combustibles nucleares irradiados, procedimiento que comprende de manera clásica:

- una etapa de disolución en una disolución acuosa de ácido nítrico muy concentrado de un combustible usado, mediante lo cual se obtiene una disolución acuosa nítrica que comprende uranio, plutonio, productos de fisión (tales como elementos lantánidos, itrio, uno o varios elementos platinoideos), actínidos minoritarios (tales como americio y curio), productos de corrosión;

- una etapa de coextracción del uranio y el plutonio de dicha disolución acuosa por medio de una fase orgánica extractante, a cuya finalización permanece una fase orgánica que comprende uranio y plutonio y una fase acuosa correspondiente al refinado mencionado anteriormente que comprende, además del o de los elementos platinoideos mencionados anteriormente (tales como paladio, rutenio, rodio), dos actínidos minoritarios, concretamente americio y curio, lantánidos como lantano, cerio, praseodimio, neodimio, samario y europio, productos de fisión distintos de los lantánidos y los platinoideos como molibdeno, zirconio, rubidio e itrio, así como productos de corrosión como hierro y cromo.

La disolución acuosa de ácido nítrico puede ser una disolución acuosa con fuerte acidez nítrica, normalmente de 2 a 5 M.

5 Una vez que se pone en práctica la etapa de adición de un agente reductor, el procedimiento de la invención comprende una etapa de separación de dicho elemento platinoide así reducido de dicha disolución acuosa ácida, pudiendo realizarse esta etapa, por ejemplo, mediante una simple filtración, una operación de decantación o una operación de centrifugación.

10 La disolución así obtenida desprovista de la totalidad o de parte de los elementos platinoides puede utilizarse a continuación con vistas a vitrificarse mediante un proceso clásico de vitrificación.

La invención va a describirse con respecto a los siguientes ejemplos facilitados a modo ilustrativo y no limitativo.

### 15 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra la evolución de la cantidad de paladio C1 (en g/l) en función de la cantidad añadida de alcohol bencílico B1 (en g) tras 16 horas de reacción, en el marco del ejemplo 1 a continuación.

20 La figura 2 ilustra la evolución de la cantidad de cerio C2 (en g/l) en función de la cantidad añadida de alcohol bencílico B2 (en g) tras 16 horas de reacción, en el marco del ejemplo 1 a continuación.

La figura 3 ilustra la concentración de iones metálicos (paladio y cerio) que quedan en la disolución C3 (en g/l) tras calentamiento a 150°C durante 16 horas para los diferentes alcoholes sometidos a prueba en el ejemplo 2.

### 25 Exposición detallada de modos de realización particulares

#### EJEMPLO 1

30 El presente ejemplo tiene como objetivo el estudio de la separación paladio/cerio en disolución nítrica poniendo en práctica el uso de alcohol bencílico.

En este ejemplo, se utiliza cloruro de paladio ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>PdCl<sub>4</sub>) y nitrato de cerio (Ce(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>), siendo el paladio un elemento platinoide y siendo el cerio uno de los productos de fisión presentes en los refinados y considerado como representativo de todos los lantánidos.

35 Para cada una de las pruebas de este ejemplo, se utilizan 10 ml de una disolución de ácido nítrico 1 mol/l en la que se añaden 71 mg de cloruro de paladio y 87 mg de nitrato de cerio, es decir, 0,2 mmol de paladio y 0,2 mmol de cerio. Tras la adición de la cantidad deseada de alcohol bencílico, se colocan las disoluciones en bombas de digestión Parr y se calientan a una temperatura deseada durante 16 horas.

40 Se efectúan diferentes series de pruebas con cantidades variables de alcohol bencílico a una temperatura dada:

- una serie de pruebas a 150°C con cantidades de alcohol bencílico respectivas de 0; 0,35; 0,4; 0,5 y 0,7 g;

45 - una serie de pruebas a 180°C con cantidades de alcohol bencílico respectivas de 0; 0,35; 0,4; 0,5 y 0,7 g.

Para cada una de estas series, se procedió respectivamente a la medición (mediante ICP-AES) de la cantidad de paladio y de la cantidad de cerio tras 16 horas de reacción, notificándose los resultados de estas mediciones respectivamente en las siguientes figuras:

50 - la figura 1 que ilustra la evolución de la cantidad de paladio C1 (en g/l) en función de la cantidad añadida de alcohol bencílico B1 (en g) tras 16 horas de reacción;

55 - la figura 2 que ilustra la evolución de la cantidad de cerio C2 (en g/l) en función de la cantidad añadida de alcohol bencílico B2 (en g) tras 16 horas de reacción.

60 Tal como puede constatarse en estas figuras, una temperatura de 180°C permite precipitar cualquier cantidad de paladio para cantidades de alcohol bencílico a partir de 0,3 g y también una cantidad no despreciable de cerio, mientras que una temperatura de 150°C permite precipitar cualquier cantidad de paladio a partir de alcohol bencílico a partir de 0,3 g al tiempo que permite una precipitación de cerio en cantidades menores que a 180°C.

65 También se constató que el paladio precipita en forma de partículas de una centena de nanómetros de diámetro en el interior de una matriz orgánica constituida por un polímero aromático procedente de la policondensación de alcohol bencílico y de sus productos de oxidación. La formación de esta matriz facilita enormemente la separación entre la disolución que contiene cerio y el paladio que haya precipitado. Por otro lado, no se constata una sobrepresión sensible en el reactor al final de la reacción, lo que atestigua la ausencia de desnitración o, al menos,

un fenómeno de desnitricación muy limitada, lo que prueba el aspecto seguro del procedimiento de la invención.

### EJEMPLO 2

- 5 El presente ejemplo tiene como objetivo el estudio de la separación paladio/cerio en disolución nítrica poniendo en práctica el uso de diferentes alcoholes: alcohol bencílico (parte b de la figura 3), alcohol 4-metoxibencílico (parte c de la figura 3), glicerina (parte d de la figura 3), 1-fenil-1-etanol (parte e de la figura 3), etilenglicol (parte f de la figura 3), alcohol cinámico (parte g de la figura 3), alcohol 4-hidroxibencílico (parte h de la figura 3) y ciclohexanol (parte i de la figura 3). Se efectuó una prueba sin alcohol (parte a de la figura 3).
- 10 En este ejemplo, se utiliza cloruro de paladio ( $(\text{NH}_4)_2\text{PdCl}_4$ ) y nitrato de cerio ( $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ ), siendo el paladio un elemento platinoide y siendo el cerio uno de los productos de fisión presentes en los refinados y considerado como representativo de todos los lantánidos.
- 15 Para cada una de las pruebas de este ejemplo, se utilizan 10 ml de una disolución de ácido nítrico 1 mol/l en la que se añaden 71 mg de cloruro de paladio y 87 mg de nitrato de cerio, es decir, 0,2 mmol de paladio y 0,2 mmol de cerio. Tras la adición de la cantidad deseada de alcohol (en este caso, 4,8 mmol), se colocan las disoluciones en bombas de digestión Parr y se calientan a una temperatura de 150°C durante 16 horas.
- 20 La figura 3 ilustra la concentración de los iones metálicos (paladio y cerio) que quedan en disolución (en g/l) tras calentamiento a 150°C durante 16 horas para los diferentes alcoholes sometidos a prueba mencionados anteriormente.
- 25 Tal como se desprende de esta figura, todos los alcoholes sometidos a prueba presentan una buena selectividad frente al paladio.

### EJEMPLO 3

- 30 Con el fin de aproximarse lo más posible a un sistema encontrado en el tratamiento de efluentes acuosos procedentes del retratamiento de combustibles usados, se procedió a ensayos de precipitación selectiva de paladio en una disolución modelo de ácido nítrico (1,5 M) correspondiente a la composición descrita en la tabla a continuación y una carga total de nitratos de 3,5 mol/l.

Óxido utilizado	Concentración de óxido (g/l)	Elemento metálico	Concentración de elemento metálico (g/l)
Na <sub>2</sub> O	18,739	Na	13,90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,378	Al	3,90
ZnO	0,209	Zn	0,17
ZrO <sub>2</sub>	9,479	Zr	7,02
TeO <sub>2</sub>	1,272	Te	1,02
Cs <sub>2</sub> O	5,757	Cs	5,43
SrO	1,703	Sr	1,44
BaO	3,632	Ba	3,25
SnO <sub>2</sub>	0,128	Sn	0,10
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,222	Cr	0,15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,698	Fe	1,19
MnO <sub>2</sub>	1,997	Mn	1,26
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,444	La	5,49
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,878	Nd	12,75
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,195	Ce	4,44
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,821	Pr	2,41
MoO <sub>3</sub>	9,413	Mo	6,27
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,925	P	0,40
-	-	Pd	2,98

## ES 2 535 745 T3

Total	91,89		70,61
-------	-------	--	-------

Para realizar los ensayos, se utilizaron 10 ml de la disolución. Tras la adición de 500 mg de alcohol bencílico, se colocó la disolución en una bomba de digestión Parr y se calentó a 150°C durante 16 horas. Se realizó esta manipulación 4 veces para paliar eventuales errores experimentales.

5 Se midieron las cantidades de paladio y de cerio presentes en la disolución al final del ensayo mediante ICP-AES (es decir, mediante espectroscopía de emisión atómica). Los resultados medios calculados basándose en 4 ensayos son los siguientes:

10 \*Paladio 0,05 g/l

\*Cerio 4,09 g/l

15 Tal como se desprende de estos resultados, se eliminó casi totalmente el paladio, mientras que permanece cerio en gran medida en la disolución.



## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de recuperación de al menos un elemento platinoide contenido en una disolución acuosa ácida que comprende otros elementos químicos además de dicho elemento platinoide, comprendiendo dicho procedimiento las siguientes etapas:

- una etapa de puesta en contacto de dicha disolución acuosa ácida con una cantidad reductora de un agente reductor que es un compuesto alcohólico no azufrado y no glucídico elegido de los alcoholes cíclicos, eventualmente aromáticos, y los polioles alifáticos, mediante lo cual dicho elemento platinoide se reduce a su grado de oxidación 0;
- una etapa de separación de dicho elemento platinoide así reducido de dicha disolución acuosa ácida.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que los alcoholes cíclicos, eventualmente aromáticos son compuestos hidrocarbonados cíclicos, eventualmente aromáticos, que comprenden al menos un ciclo que porta directamente al menos un grupo hidroxilo.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que los compuestos hidrocarbonados cíclicos, eventualmente aromáticos, que comprenden al menos un ciclo que porta directamente al menos un grupo hidroxilo, son compuestos alicíclicos y monocíclicos que comprenden de 4 a 10 átomos de carbono, que portan al menos un grupo hidroxilo.

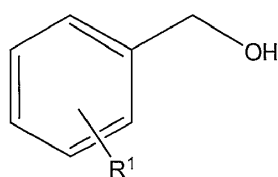
4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que los alcoholes cíclicos, eventualmente aromáticos son compuestos hidrocarbonados cíclicos, eventualmente aromáticos, cuyo ciclo porta al menos un grupo hidrocarbonado, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que porta al menos un grupo hidroxilo.

5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que dichos compuestos son compuestos aromáticos monocíclicos, cuyo ciclo porta al menos un grupo hidrocarbonado, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que porta al menos un grupo hidroxilo y cuyo ciclo también porta eventualmente uno o varios grupos distintos del grupo hidrocarbonado mencionado anteriormente, tales como grupos alcoxilo, -OH.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que dichos compuestos son compuestos fenílicos, cuyo grupo fenilo porta al menos un grupo hidrocarbonado, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que puede comprender de 1 a 4 átomos de carbono, grupo hidrocarbonado que porta al menos un grupo hidroxilo, grupo fenilo que también puede portar uno o varios grupos distintos del grupo hidrocarbonado mencionado anteriormente.

7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que dichos compuestos son compuestos fenílicos, cuyo grupo fenilo porta un grupo -CH<sub>2</sub>-OH y eventualmente al menos un grupo elegido de los grupos alcoxilo u -OH.

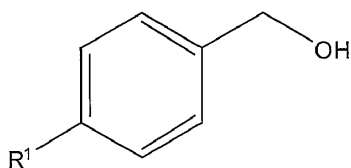
8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que un compuesto de este tipo corresponde a un derivado de alcohol bencílico de la siguiente fórmula:



en la que R<sup>1</sup> es un grupo alcoxilo o un grupo hidroxilo.

9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que R<sup>1</sup> está situado en posición orto, meta o para con respecto al grupo -CH<sub>2</sub>-OH.

10. Procedimiento según la reivindicación 8 ó 9, en el que R<sup>1</sup> está situado en posición para con respecto al grupo -CH<sub>2</sub>-OH, en cuyo caso el compuesto responde a la siguiente fórmula:



siendo R<sup>1</sup> tal como se define en la reivindicación 8.

11. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que dichos compuestos son compuestos fenílicos, cuyo grupo

fenilo porta un grupo  $-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$  y eventualmente al menos un grupo elegido de los grupos alcoxilo u  $-\text{OH}$ .

- 5 12. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que tales compuestos son compuestos fenílicos, cuyo grupo fenilo porta al menos un grupo hidrocarbonado, lineal o ramificado, insaturado que puede comprender de 2 a 4 átomos de carbono.
13. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que tales compuestos son compuestos fenílicos, cuyo grupo fenilo porta un grupo  $-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH}$ .
- 10 14. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que los polioles alifáticos comprenden de 2 a 4 átomos de carbono.
- 15 15. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento platinoide es paladio.
16. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la disolución acuosa ácida es una disolución nítrica.
- 20 17. Procedimiento según la reivindicación 16, en el que la disolución nítrica es un refinado procedente de procedimientos de tratamiento de combustibles nucleares irradiados.

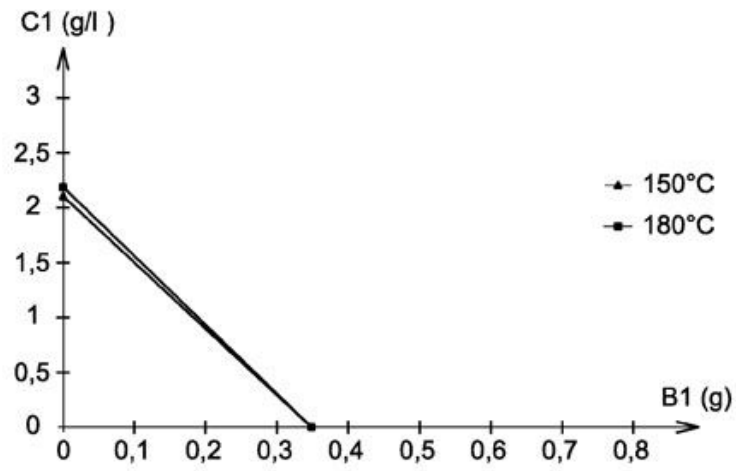


FIG. 1

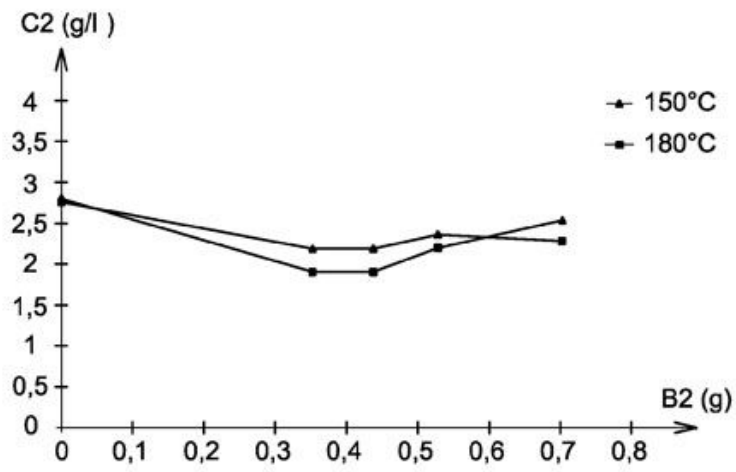


FIG. 2

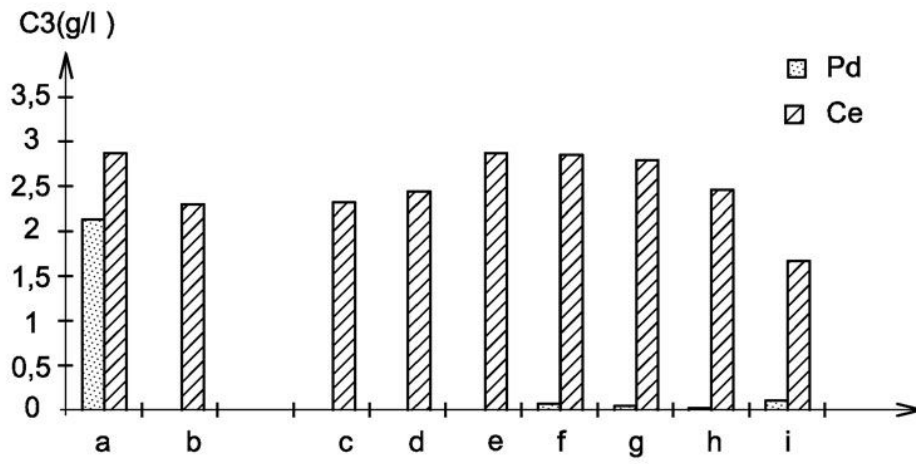


FIG. 3