

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 700 899**

21 Número de solicitud: 201830831

51 Int. Cl.:

B01J 23/40 (2006.01)

B01J 37/02 (2006.01)

C07C 4/12 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

17.08.2018

30 Prioridad:

18.08.2017 CN 201710709584

18.08.2017 CN 201710709585

18.08.2017 CN 201710709601

18.08.2017 CN 201710709602

18.08.2017 CN 201710709603

18.08.2017 CN 201710709605

18.08.2017 CN 201710709607

18.08.2017 CN 201710709612

18.08.2017 CN 201710709613

18.08.2017 CN 201710709621

18.08.2017 CN 201710709622

43 Fecha de publicación de la solicitud:

19.02.2019

71 Solicitantes:

**CHINA PETROLEUM & CHEMICAL
CORPORATION (50.0%)**

**No.22 Chaoyangmen North Street, Chaoyang
District**

100728 Beijing CN y

**SHANGHAI RESEARCH INSTITUTE OF
PETROCHEMICAL TECHNOLOGY SINOPEC
(50.0%)**

72 Inventor/es:

LI, Jingqiu;

KONG, Dejin;

LI, Huaying;

YANG, Deqin;

TONG, Weiyi;

DING, Jian;

HOU, Min;

CHEN, Yan;

CHEN, Xuemei y

WANG, Liangkai

74 Agente/Representante:

MARTÍN BADAJOZ, Irene

54 Título: **Catalizador para producir compuestos aromáticos ligeros con compuestos aromáticos pesados, método para preparar el catalizador y uso del mismo**

ES 2 700 899 A2

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



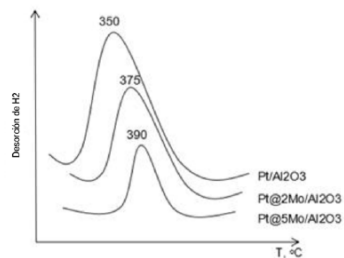
11 Número de publicación: **2 700 899**

21 Número de solicitud: 201830831

57 Resumen:

Catalizador para producir compuestos aromáticos ligeros con compuestos aromáticos pesados, método para preparar el catalizador, y uso del mismo. Se divulgan un catalizador para producir compuestos aromáticos ligeros con compuestos aromáticos pesados, un método para preparar el catalizador y un uso del mismo. El catalizador comprende un portador, un componente (1) y un componente (2), en el que el componente (1) comprende un elemento metálico o más elementos metálicos seleccionados de un grupo que consiste en Pt, Pd, Ir y Rh y el componente (2) comprende un elemento metálico o más elementos metálicos seleccionados de un grupo que consiste en grupo IA, grupo IIA, grupo IIIA, grupo IVA, grupo IB, grupo IIB, grupo IIIB, grupo IVB, grupo VB, grupo VIB, grupo VIIB, grupo La y grupo VIII distintos de Pt, Pd, Ir y Rh. El catalizador puede usarse para producir compuestos aromáticos ligeros con compuestos aromáticos pesados, mediante lo cual puede mejorarse la selectividad de hidrogenación de los compuestos aromáticos pesados y el rendimiento de los compuestos aromáticos ligeros.

Ref: YR1860435C/ES



DESCRIPCIÓN

**CATALIZADOR PARA PRODUCIR COMPUESTOS AROMÁTICOS LIGEROS
CON COMPUESTOS AROMÁTICOS PESADOS, MÉTODO PARA PREPARAR EL
CATALIZADOR, Y USO DEL MISMO**

5

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud reivindica las prioridades de solicitudes de patente chinas presentadas el 18 de agosto de 2017,

- 10 1. Documento CN201710709584.3, titulado “catalyst for conversion of polycyclic aromatics to light ones”;
2. Documento CN201710709585.8, titulado “high efficiency catalyst for heavy aromatics”;
3. Documento CN201710709601.3, titulado “catalyst for producing light aromatics with polycyclic aromatics by hydrogenation saturation”;
- 15 4. Documento CN201710709602.8, titulado “catalyst for conversion of heavy aromatics to light ones”;
5. Documento CN201710709603.2, titulado “catalyst of light aromatics for increasing production”;
6. Documento CN201710709605.1, titulado “catalyst for producing monocyclic aromatics with polycyclic aromatics by selective hydrogenation”;
- 20 7. Documento CN201710709607.0, titulado “catalyst for conversion of polycyclic aromatics to light ones”;
8. Documento CN201710709612.1, titulado “polycyclic compound selective catalyst”;
9. Documento CN201710709613.6, titulado “polycyclic aromatics selective catalyst”;
- 25 10. Documento CN201710709621.0, titulado “polycyclic aromatics high efficiency selective catalyst”; y
11. Documento CN201710709622.5, titulado “polycyclic aromatics selective catalyst”, que se incorporan en su totalidad al presente documento como referencia.

30 CAMPO DE LA INVENCION

La presente divulgación se refiere a un catalizador para producir compuestos aromáticos ligeros con compuestos aromáticos pesados, a un método para preparar el catalizador y al uso

del mismo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 5 Los compuestos aromáticos policíclicos se refieren a compuestos aromáticos con estructuras bicíclicas y policíclicas, y existen en una gran cantidad en craqueo catalítico y procedimientos de producción de alquitrán de etileno y paraxileno (PX). Por ejemplo, la producción anual de aceite de ciclo ligero por craqueo catalítico ha superado los 10 millones de toneladas, la mayoría de las cuales se usan como componente de combinación de diésel. Con el aumento
- 10 continuo de la demanda de PX en China en los últimos años, el PX está escaseando. Por tanto, la producción a gran escala de un complejo de compuestos aromáticos y la diversificación de materiales de partida se han convertido en dos puntos clave para resolver este problema. Por tanto, tiene gran importancia producir compuestos aromáticos ligeros usando compuestos aromáticos policíclicos que son subproductos de plantas de complejos de compuestos
- 15 aromáticos, e investigar sobre la producción de compuestos aromáticos ligeros con compuestos aromáticos policíclicos que son subproductos de dispositivos de refinado de petróleo. Desde el punto de vista del procedimiento de reacción, una de las etapas clave para realizar la conversión de compuestos aromáticos policíclicos en compuestos aromáticos monocíclicos es realizar la hidrogenación selectiva de compuestos aromáticos policíclicos
- 20 para producir compuestos aromáticos monocíclicos mediante la hidrogenación parcial de compuestos aromáticos policíclicos. En un sistema de coexistencia de compuestos aromáticos monocíclicos y compuestos aromáticos policíclicos, un procedimiento importante es realizar la hidrogenación selectiva de los compuestos aromáticos para mejorar el rendimiento de los compuestos aromáticos monocíclicos. Durante la producción de los compuestos aromáticos
- 25 monocíclicos, se controla la saturación de hidrogenación de compuestos aromáticos monocíclicos tales como benceno y tolueno. Se ha notificado que los metales Pt, Pd y los metales no preciosos Mo, Ni se usan en la saturación de hidrogenación de compuestos aromáticos policíclicos.
- 30 El documento CN104117386A divulga un catalizador usado para la apertura de anillos por hidrogenación de compuestos aromáticos policíclicos. El catalizador comprende del 5 % al 100 % de compuestos de tamices moleculares beta, y del 0,1 % al 3 % de un metal precioso seleccionado de Pt, Ir y Pd cargado en el mismo.

El documento CN102688770A divulga un catalizador de compuestos aromáticos. El catalizador comprende zeolita mesoporosa y un metal precioso, y pueden mejorarse la actividad de hidrodesaromatización y la resistencia al azufre del catalizador.

5

El documento CN103666553 divulga un método para la hidroconversión de compuestos aromáticos policíclicos. En primer lugar, los compuestos aromáticos policíclicos se saturan al menos parcialmente en una zona de reacción de hidrogenación para obtener una razón de conversión de compuestos aromáticos policíclicos del 40 % o mayor, y un rendimiento de compuestos aromáticos monocíclicos del 4-80 %. Entonces, tras reacción en una zona de reacción de hidrocraqueo, puede obtenerse una razón de conversión de compuestos aromáticos policíclicos del 85 % o mayor, y un rendimiento relativo de compuestos aromáticos monocíclicos del 4-30 %. De este modo, puede reducirse el consumo de hidrógeno durante la conversión de compuestos aromáticos policíclicos.

15

SUMARIO DE LA INVENCION

La presente divulgación se dirige a resolver los problemas técnicos de la baja selectividad de hidrogenación de los compuestos aromáticos pesados y el bajo rendimiento de los compuestos aromáticos ligeros en el método de producir compuestos aromáticos ligeros con compuestos aromáticos pesados en la técnica anterior.

20

En un primer aspecto, la presente divulgación proporciona un catalizador para producir compuestos aromáticos ligeros con compuestos aromáticos pesados, y el catalizador comprende un portador, un componente (1) y un componente (2),

25

en el que el componente (1) comprende un elemento metálico o más elementos metálicos seleccionados de un grupo que consiste en Pt, Pd, Ir y Rh y el componente (2) comprende un elemento metálico o más elementos metálicos seleccionados de un grupo que consiste en grupo IA, grupo IIA, grupo IIIA, grupo IVA, grupo IB, grupo IIB, grupo IIIB, grupo IVB, grupo VB, grupo VIB, grupo VIIB, grupo La y grupo VIII distintos de Pt, Pd, Ir y Rh.

30

Según la presente divulgación, el elemento metálico del componente (1) puede existir en el catalizador en forma elemental y/o en forma de compuesto tal como óxido.

Según la presente divulgación, el elemento metálico del componente (2) puede existir en el catalizador en forma elemental y/o en forma de compuesto tal como óxido.

5 Según una realización del catalizador, el catalizador tiene una temperatura de desorción de hidrógeno mayor de 350 °C, preferiblemente mayor de 360 °C, más preferiblemente mayor de 370 °C, incluso más preferiblemente mayor de 380 °C, incluso más preferiblemente mayor de 390 °C, lo más preferiblemente mayor de 400 °C.

10 Según una realización del catalizador, el componente (2) se distribuye sobre la superficie del portador.

Según una realización del catalizador, el componente (1) se distribuye parcial o totalmente sobre la superficie del componente (2). Preferiblemente, el componente (1) existe en forma elemental y el componente (2) existe en forma de óxido.

15

Según una realización del catalizador, el componente (1) comprende Pt y Pd, preferiblemente, la razón en peso de Pt con respecto a Pd está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,1-8): 1, más preferiblemente de (0,1-5): 1. La combinación de Pt y Pd tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

20

Según una realización del catalizador, el componente (2) comprende un elemento metálico o más elementos metálicos seleccionados de un grupo que consiste en Re, Mo, W, Mn, Zn, Cu, Cd, Ag, Ni, Co, Fe, Li, K, Mg, Ca, Sr, La, Ce, Pr, Ga, Ge, Sn, Ti, V, Zr, Nb, Y y Sc.

25

Según una realización del catalizador, el componente (2) comprende elementos metálicos seleccionados de i) a viii):

- i), al menos dos de Mo, W, Mn y Re;
- 30 ii), al menos dos de Zn, Cu, Ag y Cd;
- iii), al menos dos de Co, Ni y Fe;
- iv), al menos dos de K, Li, Mg, Ca y Sr;
- v), al menos dos de La, Ce y Pr;

- vi), al menos dos de Ga, Ge y Sn;
- vii), al menos dos de Zr, Nb, V y Ti; y
- viii), Y y Sc.

5 Según una realización preferida del catalizador, el componente (2) comprende uno o más seleccionados de un grupo que consiste en una combinación de W y Mo, una combinación de Mn y Mo, una combinación de Re y Mo, una combinación de Cu y Zn, una combinación de Ag y Zn, una combinación de Cd y Zn, una combinación de Co y Ni, una combinación de Fe y Co, una combinación de Fe y Ni, una combinación de K y Li, una combinación de K y Sr,
10 una combinación de K y Mg, una combinación de Mg y Sr, una combinación de La y Ce, una combinación de La y Pr, una combinación de Ce y Pr, una combinación de Ga y Ge, una combinación de Ga y Sn, una combinación de Ge y Sn, una combinación de Zr y Nb, una combinación de Zr y V, una combinación de Zr y Ti, una combinación de Nb y V, una combinación de V y Ti, y una combinación de Y y Sc.

15

Según una realización del catalizador, en la combinación de W y Mo, la razón en peso de W con respecto a Mo está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta realización, la combinación de W y Mo tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

20

Según una realización del catalizador, en la combinación de Mn y Mo, la razón en peso de Mn con respecto a Mo está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta realización, la combinación de Mn y Mo tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

25

Según una realización del catalizador, en la combinación de Re y Mo, la razón en peso de Re con respecto a Mo está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta realización, la combinación de Re y Mo tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

30

Según una realización del catalizador, en la combinación de Cu y Zn, la razón en peso de Cu con respecto a Zn está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta realización, la combinación de Cu y Zn tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la

actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

Según una realización del catalizador, en la combinación de Ag y Zn, la razón en peso de Ag con respecto a Zn está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta
5 realización, la combinación de Ag y Zn tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

Según una realización del catalizador, en la combinación de Cd y Zn, la razón en peso de Cd con respecto a Zn está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta
10 realización, la combinación de Cd y Zn tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

Según una realización del catalizador, en la combinación de Co y Ni, la razón en peso de Co con respecto a Ni está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta
15 realización, la combinación de Co y Ni tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

Según una realización del catalizador, en la combinación de Fe y Co, la razón en peso de Fe con respecto a Co está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta
20 realización, la combinación de Fe y Co tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

Según una realización del catalizador, en la combinación de Fe y Ni, la razón en peso de Fe con respecto a Ni está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta
25 realización, la combinación de Fe y Ni tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

Según una realización del catalizador, en la combinación de K y Li, la razón en peso de K con respecto a Li está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta
30 realización, la combinación de K y Li tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

Según una realización del catalizador, en la combinación de K y Sr, la razón en peso de K con

respecto a Sr está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta realización, la combinación de K y Sr tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

- 5 Según una realización del catalizador, en la combinación de K y Mg, la razón en peso de K con respecto a Mg está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta realización, la combinación de K y Mg tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.
- 10 Según una realización del catalizador, en la combinación de Mg y Sr, la razón en peso de Mg con respecto a Sr está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta realización, la combinación de Mg y Sr tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.
- 15 Según una realización del catalizador, en la combinación de La y Ce, la razón en peso de La con respecto a Ce está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta realización, la combinación de La y Ce tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.
- 20 Según una realización del catalizador, en la combinación de La y Pr, la razón en peso de La con respecto a Pr está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta realización, la combinación de La y Pr tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.
- 25 Según una realización del catalizador, en la combinación de Ce y Pr, la razón en peso de Ce con respecto a Pr está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta realización, la combinación de Ce y Pr tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.
- 30 Según una realización del catalizador, en la combinación de Ga y Ge, la razón en peso de Ga con respecto a Ge está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta realización, la combinación de Ga y Ge tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

Según una realización del catalizador, en la combinación de Ga y Sn, la razón en peso de Ga con respecto a Sn está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta realización, la combinación de Ga y Sn tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

Según una realización del catalizador, en la combinación de Ge y Sn, la razón en peso de Ge con respecto a Sn está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta realización, la combinación de Ge y Sn tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

Según una realización del catalizador, en la combinación de Zr y Nb, la razón en peso de Zr con respecto a Nb está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta realización, la combinación de Zr y Nb tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

Según una realización del catalizador, en la combinación de Zr y V, la razón en peso de Zr con respecto a V está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta realización, la combinación de Zr y V tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

Según una realización del catalizador, en la combinación de Zr y Ti, la razón en peso de Zr con respecto a Ti está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta realización, la combinación de Zr y Ti tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

Según una realización del catalizador, en la combinación de Nb y V, la razón en peso de Nb con respecto a V está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta realización, la combinación de Nb y V tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

Según una realización del catalizador, en la combinación de V y Ti, la razón en peso de V con respecto a Ti está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta

realización, la combinación de V y Ti tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

5 Según una realización del catalizador, en la combinación de Y y Sc, la razón en peso de Y con respecto a Sc está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1. En esta realización, la combinación de Y y Sc tiene un efecto sinérgico sobre la mejora de la actividad de hidrogenación selectiva de compuestos policíclicos.

10 Según una realización del catalizador, el componente (1) representa el 0,01-5,0 % en peso, preferiblemente el 0,02-3,0 % en peso del catalizador, y el componente (2) representa el 0,01-15 % en peso, preferiblemente el 0,05-8,0 % en peso del catalizador.

15 Según una realización del catalizador, la razón en peso del componente (1) con respecto al componente (2) está en el intervalo de (0,1-10): 1, preferiblemente de (0,2-5): 1.

Según una realización del catalizador, el portador es un portador poroso no ácido o débilmente ácido, preferiblemente, el portador comprende al menos uno seleccionado de un grupo que consiste en alúmina, sílice amorfa-alúmina, caolín y aluminosilicato.

20 Según una realización del catalizador, el portador es un portador modificado con aditivo de ácido de Lewis (es decir, ácido de Lewis), preferiblemente, el aditivo de ácido de Lewis comprende al menos uno de compuestos que contienen cloruro y compuestos que contienen flúor.

25 Según una realización del catalizador, el aditivo de ácido de Lewis comprende compuestos que contienen cloruro y compuestos que contienen flúor, preferiblemente la razón en peso de los compuestos que contienen cloruro con respecto a los compuestos que contienen flúor está en el intervalo de (0,1-10): 1.

30 Según una realización del catalizador, los compuestos que contienen cloruro comprenden al menos uno seleccionado de un grupo que consiste en AlCl_3 , CuCl_2 , FeCl_3 , SnCl_4 , TiCl_4 y SbCl_5 , y los compuestos que contienen flúor comprenden al menos uno seleccionado de un grupo que consiste en BF_3 , NbF_5 , SbF_5 , TaF_5 y AsF_5 .

Según una realización del catalizador, el aditivo de ácido de Lewis comprende AlCl_3 y NbF_5 .

5 Según una realización del catalizador, el aditivo de ácido de Lewis representa el 0,01-20 % en peso, preferiblemente el 0,05-15 % en peso, más preferiblemente el 0,1-10 % en peso del catalizador.

10 Según la presente divulgación, basándose en el efecto mutuo de los metales del componente (1) y el componente (2), puede ajustarse eficazmente una característica electrónica del metal del componente (1) para ajustar la resistencia de adsorción del metal del componente (1) a los compuestos aromáticos y mejorar la actividad de hidrogenación selectiva de los compuestos aromáticos pesados. Cuando el catalizador se usa para el tratamiento de materiales que contienen compuestos aromáticos monocíclicos y compuestos aromáticos policíclicos, tiene la ventaja de una alta razón de hidrogenación selectiva de los compuestos aromáticos policíclicos y una baja pérdida de los compuestos aromáticos monocíclicos.

15 En un segundo aspecto, la presente divulgación proporciona un método para preparar el catalizador mencionado anteriormente, y el método comprende la etapa A), de cargar un componente (2) que contiene sal sobre un portador, y realizar secado y calcinación para obtener un precursor de catalizador; y la etapa B), de cargar un componente (1) que contiene sal sobre el precursor de catalizador preparado en la etapa A), y realizar secado y calcinación. Mediante este método puede mejorarse el contenido del componente (1) distribuido sobre la superficie de componente (2).

25 En la realización anterior, en la etapa A) y en la etapa B), la temperatura de calcinación oscila entre 400 °C y 600 °C.

30 En la realización anterior, en la etapa A), el componente (2) que contiene sal se disuelve en agua o un disolvente orgánico, y se carga en el portador mediante precipitación, unión física o inmersión.

En la realización anterior, en la etapa B), el componente (1) que contiene sal se disuelve en agua o un disolvente orgánico, y se carga sobre el precursor de catalizador mediante

precipitación, unión física o inmersión.

En la realización anterior, el disolvente orgánico usado en la etapa A) y en la etapa B) se selecciona independientemente de un grupo que consiste en alcoholes, cetonas e
5 hidrocarburos, tales como etanol, acetona, ciclohexano, n-heptano y tolueno.

En un tercer aspecto, la presente divulgación proporciona además un método para producir compuestos aromáticos ligeros con compuestos aromáticos pesados, que comprende someter materiales de partida que contienen compuestos aromáticos pesados a reacción de
10 hidrogenación en presencia del catalizador proporcionado por el primer aspecto de la presente divulgación.

Según una realización del método, la temperatura de reacción de la reacción de hidrogenación está en el intervalo de 100-500 °C, preferiblemente de 200-400 °C.
15

Según una realización del método, la presión de la reacción de hidrogenación está en el intervalo de 0,5-8,0 MPa, preferiblemente de 1,0-7,0 MPa.

Según una realización del método, la razón molar de hidrógeno con respecto a compuestos aromáticos pesados está en el intervalo de 1-10.
20

Según una realización del método, el caudal másico del aire de alimentación está en el intervalo de 0,5-20 h⁻¹, preferiblemente de 3-15 h⁻¹.

Según una realización del método, los compuestos aromáticos pesados son compuestos aromáticos policíclicos, preferiblemente los compuestos aromáticos policíclicos comprenden al menos uno seleccionado de un grupo que consiste en naftaleno, antraceno, fenantreno y homólogos de los mismos.
25

30 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 muestra un diagrama de H₂-TPD del catalizador Pt/Al₂O₃ preparado en el ejemplo comparativo 1A, el catalizador Pt@2Mo/Al₂O₃ preparado en el ejemplo 1A, y el

catalizador Pt@5Mo/Al₂O₃ preparado en el ejemplo 2A. Tal como se muestra en la figura 1, con la introducción de Mo, aumenta la temperatura de desorción de hidrógeno, y disminuye el área de pico de desorción de hidrógeno, que muestra que el Mo puede mejorar la fuerza de adsorción de hidrógeno del Pt y reducir la cantidad de adsorción de hidrógeno. De este modo, puede reducirse la actividad de hidrogenación de los compuestos aromáticos monocíclicos, y puede mejorarse la selectividad de hidrogenación de los compuestos aromáticos policíclicos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

La presente divulgación se ilustrará en detalle a continuación en el presente documento con referencia a ejemplos específicos, pero la presente divulgación no se limita a los siguientes ejemplos.

La temperatura de desorción de hidrógeno se midió en la siguiente condición. Se redujo previamente un catalizador a 450 °C y bajo presión de hidrógeno normal, y luego se enfrió hasta 50 °C. A continuación, se hizo que el catalizador reducido previamente absorbiera hidrógeno a presión normal hasta el equilibrio. Se alimentó helio (He) al mismo como gas de purga a presión normal, y se elevó la temperatura del mismo hasta 600 °C (con una velocidad de elevación de la temperatura de 8 °C/min). Se detectó el gas de purga mediante un detector de conductividad térmica, y la temperatura correspondiente al valor más alto de la señal de conductividad térmica era la temperatura de desorción de hidrógeno.

Ejemplo 1A

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de molibdato de amonio de un volumen igual al volumen de poro del portador (es decir, impregnación de volumen equivalente), luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A1 con un contenido en Mo del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A1 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B1 con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

Ejemplo 2A

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de molibdato de amonio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A2 con un contenido en Mo del 5 % (p). Se impregnó el catalizador A2 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen
5 igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B2 con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

Ejemplo 3A

10 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de molibdato de amonio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A3 con un contenido en Mo del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A3 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen
15 igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B3 con un contenido en Pt del 0,5 % (p).

Ejemplo 4A

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de molibdato de amonio
20 de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A4 con un contenido en Mo del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A4 con disolución de ácido cloropaládico de un volumen
igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B4 con un contenido en Pd del
0,2 % (p).

25

Ejemplo 5A

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de molibdato de amonio
de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C
30 y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A5 con un contenido en Mo del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A5 con disolución de ácido cloroirídico de un volumen
igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B5 con un contenido en Ir del
0,2 % (p).

Ejemplo 6A

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de tungstato de amonio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A6 con un contenido en W del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A6 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B6 con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

10

Ejemplo 7A

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de dicloruro de manganeso de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A7 con un contenido en Mn del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A7 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B7 con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

20 Ejemplo 8A

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de ácido perrénico de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A8 con un contenido en Re del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A8 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B8 con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

30

Ejemplo 9A

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de molibdato de amonio y disolución de tungstato de amonio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener

catalizador A9 con un contenido en Mo del 1 % (p) y un contenido en W del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A9 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B9 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

5

Ejemplo 10A

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de molibdato de amonio y disolución de cloruro de manganeso de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A10 con un contenido en Mo del 1 % (p) y un contenido en Mn del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A10 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B10 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

10

Ejemplo 11A

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de molibdato de amonio y disolución de ácido perrénico de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A11 con un contenido en Mo del 1 % (p) y un contenido en Re del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A11 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B11 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

15

Ejemplo 12A

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de tungstato de amonio y disolución de ácido perrénico de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A12 con un contenido en W del 1 % (p) y un contenido en Re del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A12 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B12 con un

20

contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

Ejemplo 13A

- 5 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de tungstato de amonio y disolución de molibdato de amonio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A13 con un contenido en W del 1 % (p) y un contenido en Mo del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A13 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de tricloruro
- 10 de iridio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B13 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Ir del 0,1 % (p).

Ejemplo 14A

- 15 Se impregnó un portador de sílice amorfa-bolas de alúmina (20 g) con disolución de tungstato de amonio y disolución de molibdato de amonio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A14 con un contenido en W del 1 % (p) y un contenido en Mo del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A14 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro
- 20 de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B14 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

Ejemplo 15A

- 25 Se impregnó un portador conformado de alúmina y tamiz molecular Y de alto contenido en silicio (20 g) con disolución de tungstato de amonio y disolución de molibdato de amonio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A15 con un contenido en W del 1 % (p) y un contenido en Mo del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A15 con disolución de
- 30 ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B15 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

Ejemplo 16A

Se impregnó un portador conformado de alúmina (20 g) con disolución de tungstato de amonio y disolución de molibdato de amonio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A16 con un contenido en Mo del 0,5 % (p) y un contenido en W del 1,5 % (p). Se impregnó el catalizador A16 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B16 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

10

Ejemplo 17A

Se impregnó un portador conformado de alúmina (20 g) con disolución de tungstato de amonio y disolución de molibdato de amonio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A17 con un contenido en Mo del 1,5 % (p) y un contenido en W del 0,5 % (p). Se impregnó el catalizador A17 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B17 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

20

Ejemplo 18A

Se impregnó un portador conformado de alúmina (20 g) con disolución de tungstato de amonio y disolución de molibdato de amonio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A18 con un contenido en Mo del 1 % (p) y un contenido en W del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A18 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B18 con un contenido en Pt del 0,03 % (p) y un contenido en Pd del 0,17 % (p).

30

Ejemplo 19A

Se impregnó un portador conformado de alúmina (20 g) con disolución de tungstato de

amonio y disolución de molibdato de amonio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A19 con un contenido en Mo del 1 % (p) y un contenido en W del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A19 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B19 con un contenido en Pt del 0,17 % (p) y un contenido en Pd del 0,03 % (p).

Ejemplo 20A

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de ácido cloroplatínico, disolución de cloruro de paladio, disolución de molibdato de amonio y disolución de tungstato de amonio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador B20 con un contenido en Pt del 0,1 % (p), un contenido en Pd del 0,1 % (p), un contenido en Mo del 1 % (p) y un contenido en W del 1 % (p).

Ejemplo 21A

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con una determinada cantidad de disolución de AlCl_3 y se calcinó durante 3 horas a 500 °C para obtener alúmina I modificada con un contenido en AlCl_3 del 5 % (p). Se impregnó la alúmina I modificada con disolución de molibdato de amonio y disolución de tungstato de amonio de un volumen igual al volumen de poro de la alúmina I modificada, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A21 con un contenido en Mo del 1 % (p) y un contenido en W del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A21 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B21 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

Ejemplo 22A

Se cargó un portador de bolas de alúmina (20 g) con una determinada cantidad de disolución de NbF_5 y se calcinó durante 3 horas a 500 °C para obtener alúmina II modificada con un

contenido en NbF_5 del 5 % (p). Se impregnó la alúmina II modificada con disolución de molibdato de amonio y disolución de tungstato de amonio de un volumen igual al volumen de poro de la alúmina II modificada, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A22 con un contenido en Mo del 1 % (p) y un contenido en W del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A22 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B22 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

10 Ejemplo 23A

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con una determinada cantidad de disolución de AlCl_3 y disolución de NbF_5 y se calcinó durante 3 horas a 500 °C para obtener alúmina III modificada con un contenido en AlCl_3 del 2 % (p) y un contenido en NbF_5 del 3 % (p). Se impregnó la alúmina III modificada con disolución de molibdato de amonio y disolución de tungstato de amonio de un volumen igual al volumen de poro de la alúmina III modificada, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A23 con un contenido en Mo del 1 % (p) y un contenido en W del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A23 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B23 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

Ejemplo 24A

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de molibdato de amonio y disolución de tungstato de amonio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A24 con un contenido en Mo del 1 % (p) y un contenido en W del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A24 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B24 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p). Se impregnó el catalizador B24 con una determinada cantidad de disolución de AlCl_3 y disolución de NbF_5 y se calcinó durante 3 horas a 500 °C para obtener catalizador B24a con un contenido en AlCl_3

del 2 % (p) y un contenido en NbF₅ del 3 % (p).

Ejemplo 25A

- 5 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas at 500 °C para obtener catalizador A25 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p). Se impregnó el catalizador A25 con disolución de molibdato de amonio y disolución de tungstato
- 10 de amonio para obtener catalizador B25 con un contenido en Mo del 1 % (p) y un contenido en W del 1 % (p).

Ejemplo comparativo 1A

- 15 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de ácido cloroplátinico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B26 con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

Ejemplo comparativo 2A

- 20 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B27 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

- 25 Ejemplo comparativo 3A

- Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de molibdato de amonio y disolución de tungstato de amonio de un volumen igual al volumen de poro del portador para
- 30 obtener catalizador B28 con un contenido en Mo del 1 % (p) y un contenido en W del 1 % (p).

Los catalizadores preparados en los ejemplos 1A a 25A y los ejemplos comparativos 1A a 3A se evalúan mediante el siguiente método. Se colocó el catalizador (5 g) en un reactor, y se

alimentó hidrógeno en el mismo. Se realizó la reacción de reducción durante 3 horas a 450 °C, y luego se redujo la temperatura de la misma hasta 350 °C. Se alimentan en el mismo hidrógeno y materiales que contienen tolueno y naftaleno y se ponen en contacto con el catalizador, y se midió la actividad de la reacción. Condiciones de reacción: el caudal másico total del aire era de 10 h⁻¹; la temperatura de reacción era de 350 °C; la presión de reacción era de 3,0 MPa; y la razón molecular de hidrógeno con respecto a hidrocarburo era de 3,0. En materiales de partida, tolueno:naftaleno=95:5 (p). Los rendimientos de reacción se muestran en la tabla 1, en la que R2/R1 representa la razón de razón de hidrogenación de naftaleno con respecto a razón de hidrogenación de tolueno, y refleja la selectividad de hidrogenación de cada catalizador para compuestos aromáticos policíclicos.

Tabla 1

Ejemplos	Componente (2)/contenido (% en peso)	Componente (1)/contenido (% en peso)	Temperatura de desorción de hidrógeno (°C)	Razón de hidrogenación de tolueno (R1), % en peso	Razón de hidrogenación de naftaleno (R2), % en peso	R2/R1
1A	Mo/2,0	Pt/0,2	375	1,9	53,7	28,3
2A	Mo/5,0	Pt/0,2	390	1,2	49,9	41,6
3A	Mo/2,0	Pt/0,5	361	3,9	59,9	15,4
4A	Mo/2,0	Pd/0,2	382	1,1	51,8	47,1
5A	Mo/2,0	Ir/0,2	380	1,1	48,5	44,1
6A	W/2,0	Pt/0,2	371	2,5	55,7	22,3
7A	Mn/2,0	Pt/0,2	373	2,0	53,9	27,0
8A	Re/2,0	Pt/0,2	361	2,9	54,1	18,7
9A	Mo/1,0-W/1,0	Pt/0,1-Pd/0,1	405	1,1	62,1	56,5
10A	Mo/1,0-Mn/1,0	Pt/0,1-Pd/0,1	377	1,5	57,8	38,5
11A	Mo/1,0-Re/1,0	Pt/0,1-Pd/0,1	375	1,9	59,2	31,2
12A	W/1-Re/1,0	Pt/0,1-Pd/0,1	369	2,1	61,8	29,4
13A	Mo/1,0-W/1,0	Pt/0,1-Ir/0,1	383	1,2	55,9	46,6
14A	Mo/1,0-W/1,0	Pt/0,1-Pd/0,1	381	1,5	61,8	41,2
15A	Mo/1,0-W/1,0	Pt/0,1-Pd/0,1	378	2,8	63,1	22,5
16A	Mo/0,5-W/1,5	Pt/0,1-Pd/0,1	395	1,2	62,9	52,4
17A	Mo/1,5-W/0,5	Pt/0,1-Pd/0,1	403	1,0	58,3	58,3
18A	Mo/1,0-W/1,0	Pt/0,03-Pd/0,17	401	0,9	52,2	58,0

ES 2 700 899 A2

19A	Mo/1,0-W/1,0	Pt/0,17-Pd/0,03	377	2,1	63,2	30,1
20A	Mo/1,0-W/1,0	Pt/0,1-Pd/0,1	385	1,5	60,9	40,6
21A	Mo/1,0-W/1,0	Pt/0,1-Pd/0,1	391	1,2	66,3	55,3
22A	Mo/1,0-W/1,0	Pt/0,1-Pd/0,1	389	1,2	65,7	54,8
23A	Mo/1,0-W/1,0	Pt/0,1-Pd/0,1	398	1,1	68,9	62,6
24A	Mo/1,0-W/1,0	Pt/0,1-Pd/0,1	401	1,1	64,0	58,2
25A	Mo/1,0-W/1,0	Pt/0,1-Pd/0,1	365	3,5	55,0	15,7
Ejemplo comparativo 1A	/	Pt/0,2	350	33,6	59,3	1,8
Ejemplo comparativo 2A		Pt/0,1-Pd/0,1	360	7,3	58,9	8,1
Ejemplo comparativo 3A	Mo/1,0-W/1,0		330	0,8	8,9	11,1

Ejemplo 1B

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de zinc de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A1 con un contenido en Zn del 5 % (p). Se impregnó el catalizador A1 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B1 con un contenido en Pt del 0,3 % (p).

10

Ejemplo 2B

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de cobre de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A2 con un contenido en Cu del 5 % (p). Se impregnó el catalizador A2 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B2 con un contenido en Pt del 0,3 % (p).

15

Ejemplo 3B

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de zinc de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se
5 calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A3 con un contenido en Zn del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A3 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B3 con un contenido en Pt del 0,3 % (p).

10 Ejemplo 4B

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de zinc de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se
15 calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A4 con un contenido en Zn del 5 % (p). Se impregnó el catalizador A4 con disolución de ácido cloropaládico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B4 con un contenido en Pd del 0,3 % (p).

Ejemplo 5B

20 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de zinc de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A5 con un contenido en Zn del 5 % (p). Se impregnó el catalizador A5 con disolución acuosa de ácido cloroirídico de un volumen
25 igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B5 con un contenido en Ir del 0,3 % (p).

Ejemplo 6B

30 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de plata de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A6 con contenido en Ag del 5 % (p). Se impregnó el catalizador A6 con disolución etanólica de ácido cloroplatínico de un volumen

igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B6 con un contenido en Pt del 0,3 % (p).

Ejemplo 7B

5 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de cadmio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A7 con un contenido en Cd del 5 % (p). Se impregnó el catalizador A7 con disolución de ácido cloroplátinico de un volumen igual
10 al volumen de poro del portador para obtener catalizador B7 con un contenido en Pt del 0,3 % (p).

Ejemplo 8B

15 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de zinc y disolución de nitrato de cobre de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A8 con un contenido en Zn del 2 % (p) y un contenido en Cu del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A8 con disolución de ácido cloroplátinico de un volumen igual al volumen de
20 poro del portador para obtener catalizador B8 con un contenido en Pt del 0,3 % (p).

Ejemplo 9B

25 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de zinc y disolución de nitrato de cobre de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A9 con un contenido en Zn del 2 % (p) y un contenido en Cu del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A9 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B9 con un contenido
30 en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,2 % (p).

Ejemplo 10B

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de zinc y disolución de nitrato de cobre de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A10 con un contenido en Zn del 2 % (p) y un contenido en Cu del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A10 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B10 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Ir del 0,2 % (p).

Ejemplo 11B

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de zinc y disolución de nitrato de cobre de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A11 con un contenido en Zn del 2 % (p) y un contenido en Cu del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A11 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B11 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,25 % (p).

Ejemplo 12B

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de zinc y disolución de nitrato de cobre de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A12 con un contenido en Zn del 2 % (p) y un contenido en Cu del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A12 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B12 con un contenido en Pt del 0,2 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

Ejemplo 13B

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de zinc y disolución de nitrato de plata de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador

A13 con un contenido en Zn del 2 % (p) y un contenido en Ag del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A13 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B13 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,25 % (p).

5

Ejemplo 14B

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de zinc y disolución de nitrato de cadmio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A14 con un contenido en Zn del 2 % (p) y un contenido en Cd del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A14 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B14 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,25 % (p).

10

Ejemplo 15B

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de cobre y disolución de nitrato de cadmio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A15 con un contenido en Cu del 2 % (p) y un contenido en Cd del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A15 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B15 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,25 % (p).

15

Ejemplo 16B

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de cobre y disolución de nitrato de plata de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A16 con un contenido en Cu del 2 % (p) y un contenido en Ag del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A16 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B16 con un

20

contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,25 % (p).

Ejemplo 17B

- 5 Se impregnó un portador de sílice amorfa-bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de zinc y disolución de nitrato de cobre de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A17 con un contenido en Zn del 2 % (p) y un contenido en Cu del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A17 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de
- 10 paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B17 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,25 % (p).

Ejemplo 18B

- 15 Se impregnó un portador hecho de mordenita desaluminizada (Si/Al=100) y alúmina (20 g) con disolución de nitrato de zinc y disolución de nitrato de cobre de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A18 con un contenido en Zn del 2 % (p) y un contenido en Cu del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A18 con disolución de ácido
- 20 cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B18 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,25 % (p).

Ejemplo comparativo 1B

- 25 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B19 con un contenido en Pt del 0,3 % (p).

30 Ejemplo comparativo 2B

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para

obtener catalizador B20 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,25 % (p).

Ejemplo comparativo 3B

5

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de zinc y disolución de nitrato de cobre de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador B21 con un contenido en Zn del 2 % (p) y un contenido en Cu del 3 % (p).

10

Los catalizadores preparados en los ejemplos 1B a 18B y los ejemplos comparativos 1B a 3B se evalúan mediante el siguiente método. Se colocó el catalizador (5 g) en un reactor, y se alimentó hidrógeno en el mismo. Se realizó la reacción de reducción durante 3 horas a 450 °C, y luego se redujo la temperatura de la misma hasta 350 °C. Se alimentan en el mismo hidrógeno y materiales que contienen tolueno y naftaleno y se ponen en contacto con el catalizador, y se midió la actividad de reacción. Condiciones de reacción: el caudal másico total del aire era de 10 h⁻¹; la temperatura de reacción era de 350 °C; la presión de reacción era de 3,0 MPa; y la razón molecular de hidrógeno con respecto a hidrocarburo era de 3,0. En materiales de partida, tolueno:naftaleno=90:10 (p). Los rendimientos de reacción se muestran

20 en la tabla 2.

Tabla 2

Ejemplos	Componente (2)/contenido (% en peso)	Componente (1)/contenido (% en peso)	Temperatura de desorción de hidrógeno (°C)	Razón de hidrogenación de tolueno (R1), % en peso	Razón de hidrogenación de naftaleno (R2), % en peso	R2/R1
1B	Zn/5,0	Pt/0,3	370	2,5	55,7	22,3
2B	Cu/5,0	Pt/0,3	375	1,8	53,6	29,8
3B	Zn/2,0	Pt/0,3	366	3,9	58,9	15,1
4B	Zn/5,0	Pd/0,3	376	1,7	51,7	30,4
5B	Zn/5,0	Ir/0,3	375	1,6	50,4	31,5
6B	Ag/5,0	Pt/0,3	368	2,1	53,9	25,7
7B	Cd/5,0	Pt/0,3	374	1,5	46,1	30,7

ES 2 700 899 A2

8B	Zn/2,0-Cu/3,0	Pt/0,3	376	1,6	57,5	35,9
9B	Zn/2,0-Cu/3,0	Pt/0,1-Pd/0,2	375	1,6	66,3	41,4
10B	Zn/2,0-Cu/3,0	Pt/0,1-Ir/0,2	373	1,5	59,3	39,5
11B	Zn/2,0-Cu/3,0	Pt/0,05-Pd/0,25	381	1,2	65,7	54,8
12B	Zn/2,0-Cu/3,0	Pt/0,2-Pd/0,1	377	1,6	63,3	39,6
13B	Zn/2,0-Ag/3,0	Pt/0,05-Pd/0,25	388	1,2	62,5	52,1
14B	Zn/2,0-Cd/3,0	Pt/0,05-Pd/0,25	381	1,3	61,9	47,6
15B	Cu/2,0-Cd/3,0	Pt/0,05-Pd/0,25	376	1,5	64,8	43,2
16B	Cu/2,0-Ag/3,0	Pt/0,05-Pd/0,25	376	1,4	60,6	43,3
17B	Zn/2,0-Cu/3,0	Pt/0,05-Pd/0,25	379	1,3	66,1	50,8
18B	Zn/2,0-Cu/3,0	Pt/0,05-Pd/0,25	371	1,9	66,8	35,2
Ejemplo comparativo 1B	/	Pt/0,3	350	38,6	53,3	1,4
Ejemplo comparativo 2B	/	Pt/0,05-Pd/0,25	358	10,3	56,8	5,5
Ejemplo comparativo 3B	Zn/2,0-Cu/3,0	/	316	0,7	5,2	7,4

Ejemplo 1C

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de níquel de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A1 con un contenido en Ni del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A1 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B1 con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

10

Ejemplo 2C

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de níquel de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A2 con un contenido en Ni del 5 %

15

(p). Se impregnó el catalizador A2 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B2 con un contenido en Pt del 0,2 %

(p).

5 Ejemplo 3C

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de níquel de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A3 con un contenido en Ni del 2 %

10 (p). Se impregnó el catalizador A3 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B3 con un contenido en Pt del 0,5 %

(p).

Ejemplo 4C

15

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de níquel de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A4 con un contenido en Ni del 2 %

20 (p). Se impregnó el catalizador A4 con disolución de ácido cloropaládico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B4 con un contenido en Pd del 0,2 %

(p).

Ejemplo 5C

25 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de níquel de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A5 con un contenido en Ni del 2 %

(p). Se impregnó el catalizador A5 con disolución de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B5 con un contenido en Ir del 0,2 %

30 (p).

Ejemplo 6C

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de níquel de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A6 con un contenido en Ni del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A6 con disolución de tricloruro de rodio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B6 con un contenido en Rh del 0,2 % (p).

Ejemplo 7C

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato férrico de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A7 con un contenido en Fe del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A7 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B7 con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

Ejemplo 8C

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de cobalto de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A8 con un contenido en Co del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A8 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B8 con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

Ejemplo 9C

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de níquel y disolución de nitrato férrico de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A9 con un contenido en Ni del 1 % (p) y un contenido en Fe del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A9 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B9 con un contenido

en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,15 % (p).

Ejemplo 10C

- 5 Se impregnó tamiz molecular beta (20 g) con disolución de nitrato férrico y disolución de nitrato de cobalto de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A10 con un contenido en Fe del 1 % (p) y un contenido en Co del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A10 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual
- 10 al volumen de poro del portador para obtener catalizador B10 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,15 % (p).

Ejemplo 11C

- 15 Se impregnó tamiz molecular beta (20 g) con disolución de nitrato de níquel y disolución de nitrato de cobalto de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A11 con un contenido en Ni del 1 % (p) y un contenido en Co del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A11 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual
- 20 al volumen de poro del portador para obtener catalizador B11 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,15 % (p).

Ejemplo 12C

- 25 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de níquel y disolución de nitrato férrico de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A12 con un contenido en Ni del 1 % (p) y un contenido en Fe del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A12 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de tricloruro de iridio de
- 30 un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B12 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Ir del 0,15 % (p).

Ejemplo 13C

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de níquel y disolución de nitrato férrico de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador
5 A13 con un contenido en Ni del 1 % (p) y un contenido en Fe del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A13 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de rodio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B13 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Rh del 0,15 % (p).

10 Ejemplo 14C

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de níquel y disolución de nitrato férrico de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador
15 A14 con un contenido en Ni del 1 % (p) y un contenido en Fe del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A14 con disolución de cloruro de paladio y disolución de tricloruro de iridio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B14 con un contenido en Pd del 0,05 % (p) y un contenido en Ir del 0,15 % (p).

20 Ejemplo 15C

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de níquel y disolución de nitrato férrico de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador
25 A15 con un contenido en Ni del 1 % (p) y un contenido en Fe del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A15 con disolución de cloruro de rodio y disolución de tricloruro de iridio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B15 con un contenido en Rh del 0,05 % (p) y un contenido en Ir del 0,15 % (p).

30 Ejemplo 16C

Se impregnó un portador de sílice amorfa-bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de níquel y disolución de nitrato férrico de un volumen igual al volumen de poro del portador,

luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A16 con un contenido en Ni del 1 % (p) y un contenido en Fe del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A16 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B16
5 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,15 % (p).

Ejemplo 17C

Se impregnó un portador conformado de tamiz molecular beta y alúmina (20 g) con
10 disolución de nitrato de níquel y disolución de nitrato férrico de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A17 con un contenido en Ni del 1 % (p) y un contenido en Fe del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A17 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para
15 obtener catalizador B17 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,15 % (p).

Ejemplo 18C

20 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de níquel y disolución de nitrato férrico de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A18 con un contenido en Ni del 1 % (p) y un contenido en Fe del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A18 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de
25 un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B18 con un contenido en Pt del 0,03 % (p) y un contenido en Pd del 0,17 % (p).

Ejemplo comparativo 1C

30 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B19 con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

Ejemplo comparativo 2C

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para
 5 obtener catalizador B20 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,15 % (p).

Ejemplo comparativo 3C

10 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de níquel y disolución de nitrato férrico de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador B21 con un contenido en Ni del 1 % (p) y un contenido en Fe del 1 % (p).

15 Los catalizadores preparados en los ejemplos 1C a 18C y los ejemplos comparativos 1C a 3C se evalúan mediante el siguiente método. Se colocó el catalizador (5 g) en un reactor, y se alimentó hidrógeno en el mismo. Se realizó la reacción de reducción durante 3 horas a 450 °C, y luego se redujo la temperatura de la misma hasta 350 °C. Se alimentan en el mismo hidrógeno y materiales que contienen tolueno y naftaleno y se ponen en contacto con el
 20 catalizador, y se midió la actividad de reacción. Condiciones de reacción: el caudal másico total del aire era de 10 h⁻¹; la temperatura de reacción era de 350 °C; la presión de reacción era de 3,0 MPa; y la razón molecular de hidrógeno con respecto a hidrocarburo era de 3,0. En materiales de partida, tolueno:naftaleno=90:10 (p). Los rendimientos de reacción se muestran en la tabla 3, en la que R2/R1 representa la razón de razón de hidrogenación de naftaleno con
 25 respecto a razón de hidrogenación de tolueno, y refleja la selectividad de hidrogenación de cada catalizador para compuestos aromáticos policíclicos.

Tabla 3

Ejemplos	Componente (2)/contenido (% en peso)	Componente (1)/contenido (% en peso)	Temperatura de desorción de hidrógeno (°C)	Razón de hidrogenación de tolueno (R1), % en peso	Razón de hidrogenación de naftaleno (R2), % en peso	R2/R1

ES 2 700 899 A2

1C	Ni/2,0	Pt/0,2	369	2,6	52,7	20,3
2C	Ni/5,0	Pt/0,2	387	1,1	49,9	45,4
3C	Ni/2,0	Pt/0,5	361	3,8	60,9	16,0
4C	Ni/2,0	Pd/0,2	382	1,2	50,8	42,3
5C	Ni/2,0	Ir/0,2	385	1,1	50,5	45,9
6C	Ni/2,0	Rh/0,2	378	1,4	53,5	38,2
7C	Fe/2,0	Pt/0,2	375	1,5	53,9	35,9
8C	Co/2,0	Pt/0,2	373	1,4	54,1	38,6
9C	Fe/1,0-Ni/1,0	Pt/0,05-Pd/0,15	386	1,2	65,1	54,2
10C	Fe/1,0-Co/1,0	Pt/0,05-Pd/0,15	382	1,3	56,9	43,8
11C	Ni/1,0-Co/1,0	Pt/0,05-Pd/0,15	381	1,3	55,8	42,9
12C	Fe/1,0-Ni/1,0	Pt/0,05-Ir/0,15	385	1,1	55,2	50,2
13C	Fe/1,0-Ni/1,0	Pt/0,05-Rh/0,15	382	1,2	56,1	46,8
14C	Fe/1-Ni/1,0	Pd/0,05-Ir/0,15	380	1,3	54,9	42,2
15C	Fe/1-Ni/1,0	Rh/0,05-Ir/0,15	383	1,2	56,8	47,3
16C	Fe/1,0-Ni/1,0	Pt/0,05-Pd/0,15	381	1,3	63,9	49,1
17C	Fe/1,0-Ni/1,0	Pt/0,05-Pd/0,15	376	1,6	64,5	40,3
18C	Fe/1,0-Ni/1,0	Pt/0,03-Pd/0,17	382	1,1	58,6	53,2
Ejemplo comparativo 1C	/	Pt/0,2	350	30,6	57,3	1,9
Ejemplo comparativo 2C		Pt/0,05-Pd/0,15	362	9,1	51,8	5,7
Ejemplo comparativo 3C	Fe/1,0-Ni/1,0		293	0,8	4,7	5,9

Ejemplo 1D

5 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de magnesio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A1 con un contenido en Mg del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A1 con disolución de ácido cloroplátnico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B1 con un contenido en Pt del 0,15 % (p).

Ejemplo 2D

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de magnesio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A2 con un contenido en Mg del 5 % (p). Se impregnó el catalizador A2 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B2 con un contenido en Pt del 0,15 % (p).

10

Ejemplo 3D

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de magnesio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A3 con un contenido en Mg del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A3 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B3 con un contenido en Pt del 0,3 % (p).

20 Ejemplo 4D

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de magnesio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A4 con un contenido en Mg del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A4 con disolución de ácido cloropaládico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B4 con un contenido en Pd del 0,15 % (p).

30

Ejemplo 5D

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de magnesio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A5 con un contenido en Mg del

3 % (p). Se impregnó el catalizador A5 con disolución de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B5 con un contenido en Ir del 0,15 % (p).

5 Ejemplo 6D

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de estroncio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A6 con un contenido en Sr del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A6 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B6 con un contenido en Pt del 0,15 % (p).

15 Ejemplo 7D

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de calcio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A7 con un contenido en Ca del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A7 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B7 con un contenido en Pt del 0,15 % (p).

Ejemplo 8D

25 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de potasio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A8 con un contenido en K del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A8 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B8 con un contenido en Pt del 0,15 % (p).

Ejemplo 9D

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de litio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A9 con un contenido en Li del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A9 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B9 con un contenido en Pt del 0,15 % (p).

Ejemplo 10D

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de potasio y disolución de nitrato de estroncio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A10 con un contenido en K del 1 % (p) y un contenido en Sr del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A10 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B10 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Ir del 0,1 % (p).

Ejemplo 11D

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de potasio y disolución de cloruro de litio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A11 con un contenido en K del 1 % (p) y un contenido en Li del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A11 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B11 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Ir del 0,1 % (p).

Ejemplo 12D

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de potasio y disolución de nitrato de magnesio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A12 con un contenido en K del 1 % (p) y un contenido en Mg del 2 % (p). Se

impregnó el catalizador A12 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B12 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Ir del 0,1 % (p).

5 Ejemplo 13D

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de magnesio y disolución de nitrato de estroncio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A13 con un contenido en Mg del 1 % (p) y un contenido en Sr del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A13 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de ácido cloropaládico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B13 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

15 Ejemplo 14D

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de magnesio y disolución de nitrato de estroncio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A14 con un contenido en Mg del 1 % (p) y un contenido en Sr del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A14 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B14 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Ir del 0,1 % (p).

25 Ejemplo 15D

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de magnesio y disolución de nitrato de estroncio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A15 con un contenido en Mg del 1 % (p) y un contenido en Sr del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A15 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B15 con un contenido en Pt del 0,03 % (p) y un contenido en Ir del 0,12 % (p).

Ejemplo 16D

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de magnesio y disolución de nitrato de estroncio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A16 con un contenido en Mg del 1 % (p) y un contenido en Sr del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A16 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B16 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Ir del 0,05 % (p).

Ejemplo 17D

Se impregnó un portador de sílice amorfa-bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de magnesio y disolución de nitrato de estroncio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A17 con un contenido en Mg del 1 % (p) y un contenido en Sr del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A17 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B17 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Ir del 0,1 % (p).

Ejemplo 18D

Se impregnó un portador conformado de mordenita desaluminizada y alúmina (20 g) con disolución de cloruro de magnesio y disolución de nitrato de estroncio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A18 con un contenido en Mg del 1 % (p) y un contenido en Sr del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A18 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B18 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Ir del 0,1 % (p).

Ejemplo comparativo 1D

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B19 con un contenido en Pt del 0,15 % (p).

5

Ejemplo comparativo 2D

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B20 con un contenido en Pt del 0,03 % (p) y un contenido en Ir del 0,12 % (p).

10

Ejemplo comparativo 3D

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de magnesio y disolución de nitrato de estroncio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador B21 con un contenido en Mg del 1 % (p) y un contenido en Sr del 2 % (p).

15

Los catalizadores preparados en los ejemplos 1D a 18D y los ejemplos comparativos 1D a 3D se evalúan mediante el siguiente método. Se colocó el catalizador (5 g) en un reactor, y se alimentó hidrógeno en el mismo. Se realizó la reacción de reducción durante 3 horas a 450 °C, y luego se redujo la temperatura de la misma hasta 350 °C. Se alimentan en el mismo hidrógeno y materiales que contienen tolueno y naftaleno y se ponen en contacto con el catalizador, y se midió la actividad de reacción. Condiciones de reacción: el caudal másico total del aire era de 10 h⁻¹; la temperatura de reacción era de 350 °C; la presión de reacción era de 3,0 MPa; y la razón molecular de hidrógeno con respecto a hidrocarburo era de 3,0. En materiales de partida, tolueno:naftaleno=90:10 (p). Los rendimientos de reacción se muestran en la tabla 4

20

25

30

ES 2 700 899 A2
Tabla 4

Ejemplos	Componente (2)/contenido (% en peso)	Componente (1)/contenido (% en peso)	Temperatura de desorción de hidrógeno (°C)	Razón de hidrogenación de tolueno (R1), % en peso	Razón de hidrogenación de naftaleno (R2), % en peso	R2/R1
1D	Mg/3,0	Pt/0,15	369	2,1	56,7	27,0
2D	Mg/5,0	Pt/0,15	370	1,6	53,3	33,3
3D	Mg/3,0	Pt/0,3	362	2,5	61,8	24,7
4D	Mg/3,0	Pd/0,15	371	1,5	52,4	34,9
5D	Mg/3,0	Ir/0,15	372	1,3	54,7	42,1
6D	Sr/3,0	Pt/0,15	374	1,4	62,9	44,9
7D	Ca/3,0	Pt/0,15	368	2,1	57,9	27,6
8D	K/3,0	Pt/0,15	364	2,3	60,8	26,4
9D	Li/3,0	Pt/0,15	365	2,2	61,6	28,0
10D	K/1,0-Sr/2,0	Pt/0,05-Ir/0,1	372	1,7	61,8	36,4
11D	K/1,0-Li/2,0	Pt/0,05-Ir/0,1	364	2,1	62,7	29,9
12D	K/1,0-Mg/2,0	Pt/0,05-Ir/0,1	361	2,4	62,2	25,9
13D	Mg/1,0-Sr/2,0	Pt/0,05-Pd/0,1	375	1,4	64,5	46,1
14D	Mg/1,0-Sr/2,0	Pt/0,05-Ir/0,1	379	1,2	64,7	53,9
15D	Mg/1,0-Sr/2,0	Pt/0,03-Ir/0,12	381	1,1	60,3	54,8
16D	Mg/1,0-Sr/2,0	Pt/0,1-Ir/0,05	376	1,5	65,1	43,4
17D	Mg/1,0-Sr/2,0	Pt/0,05-Ir/0,1	378	1,3	64,3	49,5
18D	Mg/1,0-Sr/2,0	Pt/0,05-Ir/0,1	377	1,5	65,3	43,5
Ejemplo comparativo 1D	/	Pt/0,15	351	21,1	54,3	2,6
Ejemplo comparativo 2D	/	Pt/0,03-Ir/0,12	366	2,9	54,8	18,9
Ejemplo comparativo 3D	Mg/1,0-Sr/2,0		325	0,5	3,8	7,6

Ejemplo 1E

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de lantano de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A1 con un contenido en La del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A1 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B1 con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

Ejemplo 2E

10

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de cerio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A2 con contenido en Ce del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A2 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B2 con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

Ejemplo 3E

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de praseodimio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A3 con un contenido en Pr del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A3 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B3 con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

Ejemplo 4E

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de lantano de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A4 con un contenido en La del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A4 con disolución de ácido cloropaládico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B4 con un contenido en Pd del 0,2 %

(p).

Ejemplo 5E

5 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de lantano de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A5 con un contenido en La del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A5 con disolución acuosa de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B5 con un contenido en Ir del
10 0,2 % (p).

Ejemplo 6E

Se impregnó pseudoboehmita (20 g) con disolución de nitrato de lantano y disolución de
15 nitrato de cerio, se filtró, se lavó y se secó durante 4 horas a 120 °C para obtener pseudoboehmita modificada con un contenido en La del 1 % (p) y un contenido en Ce del 1 % (p). Se conformó la pseudoboehmita modificada y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A6. Se impregnó el catalizador A6 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B6 con un
20 contenido en Pt del 0,2 % (p).

Ejemplo 7E

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de lantano y
25 disolución de nitrato de praseodimio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A7 con un contenido en La del 1 % (p) y un contenido en Pr del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A7 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B7 con un contenido en Pt del 0,2 %
30 (p).

Ejemplo 8E

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de cerio y disolución de nitrato de praseodimio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A8 con contenido en Ce del 1 % (p) y un contenido en Pr del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A8 con disolución de ácido cloroplátinico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B8 con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

10 Ejemplo 9E

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de lantano y disolución de nitrato de cerio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A9 con un contenido en La del 1 % (p) y un contenido en Ce del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A9 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B9 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

20 Ejemplo 10E

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de lantano y disolución de nitrato de cerio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A10 con un contenido en La del 1 % (p) y un contenido en Ce del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A10 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de tricloruro de iridio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B10 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Ir del 0,1 % (p).

30 Ejemplo 11E

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de lantano y disolución de nitrato de cerio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se

secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A11 con un contenido en La del 1 % (p) y un contenido en Ce del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A11 con disolución de tricloruro de iridio y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B11 con un contenido
5 en Ir del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

Ejemplo 12E

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de lantano y
10 disolución de nitrato de cerio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A12 con un contenido en La del 1 % (p) y un contenido en Ce del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A12 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de tricloruro de iridio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B12 con un
15 contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Ir del 0,15 % (p).

Ejemplo 13E

Se impregnó un portador de sílice amorfa-bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de
20 lantano y disolución de nitrato de cerio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A13 con un contenido en La del 1 % (p) y un contenido en Ce del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A13 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de tricloruro de iridio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B13
25 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Ir del 0,15 % (p).

Ejemplo 14E

Se impregnó un portador conformado de zeolita beta desaluminizada (Si/Al=80) y alúmina
30 (20 g) con disolución de nitrato de lantano y disolución de nitrato de cerio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A14 con un contenido en La del 1 % (p) y un contenido en Ce del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A14 con disolución de ácido

cloroplatínico y disolución de tricloruro de iridio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B14 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Ir del 0,15 % (p).

5 Ejemplo comparativo 1E

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B15 con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

10

Ejemplo comparativo 2E

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de tricloruro de iridio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B16 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Ir del 0,15 % (p).

15

Ejemplo comparativo 3E

20 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de lantano y disolución de nitrato de cerio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador B17 con un contenido en La del 1 % (p) y un contenido en Ce del 1 % (p).

25 Los catalizadores preparados en los ejemplos 1E a 14E y los ejemplos comparativos 1E a 3E se evalúan mediante el siguiente método. Se colocó el catalizador (5 g) en un reactor, y se alimentó hidrógeno en el mismo. Se realizó la reacción de reducción durante 3 horas a 450 °C, y luego se redujo la temperatura de la misma hasta 350 °C. Se alimentan en el mismo hidrógeno y materiales que contienen tolueno y naftaleno y se ponen en contacto con el catalizador, y se midió la actividad de reacción. Condiciones de reacción: el caudal másico total del aire era de 10 h⁻¹; la temperatura de reacción era de 350 °C; la presión de reacción era de 3,0 MPa; y la razón molecular de hidrógeno con respecto a hidrocarburo era de 3,0. En materiales de partida, tolueno:naftaleno=90:10 (p). Los rendimientos de reacción se muestran

30

en la tabla 5.

Tabla 5

Ejemplos	Componente (2)/contenido (% en peso)	Componente (1)/contenido (% en peso)	Temperatura de desorción de hidrógeno (°C)	Razón de hidrogenación de tolueno (R1), % en peso	Razón de hidrogenación de naftaleno (R2), % en peso	R2/R1
1E	La/2,0	Pt/0,2	361	2,4	55,2	23,0
2E	Ce/2,0	Pt/0,2	363	2,0	55,1	27,6
3E	Pr/2,0	Pt/0,2	365	2,1	54,9	26,1
4E	La/2,0	Pd/0,2	373	1,3	50,2	38,6
5E	La/2,0	Ir/0,2	374	1,2	52,6	43,8
6E	La/1,0-Ce/1,0	Pt/0,2	375	1,7	57,9	34,1
7E	La/1,0-Pr/1,0	Pt/0,2	373	1,9	56,1	29,5
8E	Ce/1,0-Pr/1,0	Pt/0,2	376	1,7	60,3	35,5
9E	La/1,0-Ce/1,0	Pt/0,1-Pd/0,1	378	1,5	61,7	41,1
10E	La/1,0-Ce/1,0	Pt/0,1-Ir/0,1	380	1,4	62,8	44,9
11E	La/1,0-Ce/1,0	Pd/0,1-Ir/0,1	379	1,4	61,9	44,2
12E	La/1,0-Ce/1,0	Pt/0,05-Ir/0,15	383	1,2	62,6	52,2
13E	La/1,0-Ce/1,0	Pt/0,05-Ir/0,15	380	1,4	61,3	43,8
14E	La/1,0-Ce/1,0	Pt/0,05-Ir/0,15	377	1,7	62,3	36,6
Ejemplo comparativo 1E	/	Pt/0,2	350	30,6	57,3	1,9
Ejemplo comparativo 2E	/	Pt/0,05-Ir/0,15	359	10,4	56,9	5,5
Ejemplo comparativo 3E	La/1,0-Ce/1,0		318	0,4	2,5	6,3

5 Ejemplo 1F

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de galio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se

calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A1 con un contenido en Ga del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A1 con disolución de ácido cloroplátinico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B1 con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

5

Ejemplo 2F

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de germanio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A2 con un contenido en Ge del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A2 con disolución de ácido cloroplátinico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B2 de capas de metal de núcleo-corteza con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

15 Ejemplo 3F

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de estaño de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A3 con un contenido en Sn del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A3 con disolución de ácido cloroplátinico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B3 con un contenido en Pt del 0,5 % (p).

Ejemplo 4F

25

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de plomo de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A4 con un contenido en Pb del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A4 con disolución de ácido cloroplátinico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B4 con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

Ejemplo 5F

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de galio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A5 con un contenido en Ga del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A5 con disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B5 con un contenido en Pd del 0,2 % (p).

Ejemplo 6F

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de galio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A6 con un contenido en Ga del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A6 con disolución de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B6 con un contenido en Ir del 0,2 % (p).

Ejemplo 7F

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de galio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A7 con un contenido en Ga del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A7 con disolución de cloruro de rodio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B7 con un contenido en Rh del 0,2 % (p).

Ejemplo 8F

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de galio y disolución de cloruro de estaño de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A8 con un contenido en Ga del 1 % (p) y un contenido en Sn del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A8 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al

volumen de poro del portador para obtener catalizador B8 con un contenido en Pt del 0,2 % (p).

Ejemplo 9F

5

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de galio y disolución de cloruro de estaño de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A9 con un contenido en Ga del 1 % (p) y un contenido en Sn del 1 % (p). Se
10 impregnó el catalizador A9 con disolución de cloruro de rodio y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B9 con un contenido en Rh del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

Ejemplo 10F

15

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de galio y disolución de cloruro de estaño de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A10 con un contenido en Ga del 1 % (p) y un contenido en Sn del 1 % (p). Se
20 impregnó el catalizador A10 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B10 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

Ejemplo 11F

25

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de galio y disolución de cloruro de estaño de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A11 con un contenido en Ga del 1 % (p) y un contenido en Sn del 1 % (p). Se
30 impregnó el catalizador A11 con disolución de ácido cloroirídico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B11 con un contenido en Ir del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

Ejemplo 12F

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de galio y disolución de cloruro de estaño de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A12 con un contenido en Ga del 1 % (p) y un contenido en Sn del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A12 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B12 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Ir del 0,1 % (p).

10

Ejemplo 13F

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de galio y disolución de cloruro de estaño de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A13 con un contenido en Ga del 1 % (p) y un contenido en Sn del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A13 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de rodio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B13 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Rh del 0,1 % (p).

20

Ejemplo 14F

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de galio y disolución de cloruro de estaño de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A14 con un contenido en Ga del 1 % (p) y un contenido en Sn del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A14 con disolución de cloruro de paladio y disolución de cloruro de rodio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B14 con un contenido en Pd del 0,05 % (p) y un contenido en Rh del 0,15 % (p).

30

Ejemplo 15F

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de galio y

disolución de cloruro de estaño de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A15 con un contenido en Ga del 1 % (p) y un contenido en Sn del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A15 con disolución de cloruro de paladio y disolución de cloruro de rodio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B15 con un contenido en Pd del 0,15 % (p) y un contenido en Rh del 0,05 % (p).

Ejemplo 16F

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de galio y disolución de cloruro de germanio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A16 con un contenido en Ga del 1 % (p) y un contenido en Ge del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A16 con disolución de cloruro de paladio y disolución de cloruro de rodio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B16 con un contenido en Pd del 0,15 % (p) y un contenido en Rh del 0,05 % (p).

Ejemplo 17F

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de galio y disolución de nitrato de plomo de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A17 con un contenido en Ga del 1 % (p) y un contenido en Pb del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A17 con disolución de cloruro de paladio y disolución de cloruro de rodio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B17 con un contenido en Pd del 0,15 % (p) y un contenido en Rh del 0,05 % (p).

Ejemplo 18F

Se impregnó un portador de sílice amorfa-bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de galio y disolución de cloruro de estaño de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A18 con un contenido en Ga del 1 % (p) y un contenido en Sn del 1 % (p).

Se impregnó el catalizador A18 con disolución de cloruro de paladio y disolución de cloruro de rodio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B18 con un contenido en Pd del 0,15 % (p) y un contenido en Rh del 0,05 % (p).

5 Ejemplo 19F

Se impregnó un portador conformado de alúmina y tamiz molecular Y de alto contenido en silicio (20 g) con disolución de cloruro de galio y disolución de cloruro de estaño de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se
10 calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A19 con un contenido en Ga del 1 % (p) y un contenido en Sn del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A19 con disolución de cloruro de paladio y disolución de cloruro de rodio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B19 con un contenido en Pd del 0,15 % (p) y un contenido en Rh del 0,05 % (p).

15

Ejemplo comparativo 1F

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B20 con un
20 contenido en Pd del 0,2 % (p).

Ejemplo comparativo 2F

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de paladio y
25 disolución de cloruro de rodio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B21 con un contenido en Pd del 0,05 % (p) y un contenido en Rh del 0,15 % (p).

Ejemplo comparativo 3F

30

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de galio y disolución de cloruro de estaño de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener

catalizador B22 con un contenido en Ga del 1 % (p) y un contenido en Sn del 1 % (p).

Los catalizadores preparados en los ejemplos 1F a 19F y los ejemplos comparativos 1F a 3F se evalúan mediante el siguiente método. Se colocó el catalizador (5 g) en un reactor, y se alimentó hidrógeno en el mismo. Se realizó la reacción de reducción durante 3 horas a 450 °C, y luego se redujo la temperatura de la misma hasta 350 °C. Se alimentan en el mismo hidrógeno y materiales que contienen tolueno y naftaleno y se ponen en contacto con el catalizador, y se midió la actividad de reacción. Condiciones de reacción: el caudal másico total del aire era de 10 h⁻¹; la temperatura de reacción era de 350 °C; la presión de reacción era de 3,0 MPa; y la razón molecular de hidrógeno con respecto a hidrocarburo era de 3,0. En materiales de partida, tolueno:naftaleno=90:10 (p). Los rendimientos de reacción se muestran en la tabla 6.

Tabla 6

Ejemplos	Componente (2)/contenido (% en peso)	Componente (1)/contenido (% en peso)	Temperatura de desorción de hidrógeno (°C)	Razón de hidrogenación de tolueno (R1), % en peso	Razón de hidrogenación de naftaleno (R2), % en peso	R2/R1
1F	Ga/2,0	Pt/0,2	374	1,6	56,2	35,1
2F	Ge/5,0	Pt/0,2	371	1,8	57,9	32,2
3F	Sn/2,0	Pt/0,2	376	1,7	59,9	35,2
4F	Pb/2,0	Pt/0,2	375	1,7	58,8	34,6
5F	Ga/2,0	Pd/0,2	381	1,3	56,5	43,5
6F	Ga/2,0	Ir/0,2	382	1,3	55,7	42,8
7F	Ga/2,0	Rh/0,2	380	1,4	58,9	42,1
8F	Ga/1,0-Sn/1,0	Pt/0,2	376	1,6	59,1	36,9
9F	Ga/1,0-Sn/1,0	Pd/0,1-Rh/0,1	383	1,3	59,1	45,5
10F	Ga/1,0-Sn/1,0	Pt/0,1-Pd/0,1	381	1,5	61,8	41,2
11F	Ga/1,0-Sn/1,0	Pd/0,1-Ir/0,1	385	1,3	58,2	44,8
12F	Ga/1,0-Sn/1,0	Pt/0,1-Ir/0,1	379	1,5	60,7	40,5
13F	Ga/1,0-Sn/1,0	Pt/0,1-Rh/0,1	374	1,7	64,9	38,2
14F	Ga/1,0-Sn/1,0	Pd/0,05-Rh/0,15	386	1,2	58,9	49,1
15F	Ga/1,0-Sn/1,0	Pd/0,15-Rh/0,05	385	1,3	63,6	48,9
16F	Ga/1,0-Ge/1,0	Pd/0,15-Rh/0,05	380	1,4	60,5	43,2

17F	Ga/1,0-Pb/1,0	Pd/0,15-Rh/0,05	382	1,3	57,9	44,5
18F	Ga/1,0-Sn/1,0	Pd/0,15-Rh/0,05	381	1,4	62,8	44,9
19F	Ga/1,0-Sn/1,0	Pd/0,15-Rh/0,05	374	1,8	63,1	35,1
Ejemplo comparativo 1F	/	Pd/0,2	363	21,6	54,1	2,5
Ejemplo comparativo 2F	/	Pd/0,05-Rh/0,15	367	8,2	57,7	7,0
Ejemplo comparativo 3F	Ga/1,0-Sn/11,0		307	0,4	3,1	7,8

Ejemplo 1G

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de zirconio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A1 con un contenido en Zr del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A1 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B1 con un contenido en Pt del 0,3 % (p).

10

Ejemplo 2G

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de zirconio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A2 con un contenido en Zr del 6 % (p). Se impregnó el catalizador A2 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B2 con un contenido en Pt del 0,3 % (p).

20

Ejemplo 3G

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de zirconio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A3 con un contenido en Zr del 3 %

5 (p). Se impregnó el catalizador A3 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B3 con un contenido en Pt del 0,5 % (p).

Ejemplo 4G

10

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de zirconio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A4 con un contenido en Zr del 3 %

15 (p). Se impregnó el catalizador A4 con disolución de ácido cloropaládico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B4 con un contenido en Pd del 0,3 % (p).

Ejemplo 5G

20 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de zirconio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A5 con un contenido en Zr del 3 %

(p). Se impregnó el catalizador A5 con disolución de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B5 con un contenido en Ir del 0,3 %
25 (p).

Ejemplo 6G

30 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de vanadio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A6 con un contenido en V del 3 %

(p). Se impregnó el catalizador A6 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B6 con un contenido en Pt del 0,3 %

(p).

Ejemplo 7G

- 5 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de tricloruro de titanio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A7 con un contenido en Ti del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A7 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B7 con un contenido en Pt del 0,3 %
- 10 (p).

Ejemplo 8G

- 15 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de oxalato de niobio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A8 con un contenido en Nb del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A8 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B8 con un contenido en Pt del 0,3 %
- 20 (p).

Ejemplo 9G

- 25 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de zirconio y disolución de vanadato de sodio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A9 con un contenido en Zr del 1 % (p) y un contenido en V del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A9 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B9 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,2 % (p).
- 30

Ejemplo 10G

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de zirconio y disolución de cloruro de titanio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A10 con un contenido en Zr del 1 % (p) y un contenido en Ti del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A10 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B10 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,2 % (p).

10 Ejemplo 11G

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de zirconio y disolución de oxalato de niobio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A11 con un contenido en Zr del 1 % (p) y un contenido en Nb del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A11 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B11 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,2 % (p).

20 Ejemplo 12G

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de vanadato de sodio y disolución de tricloruro de titanio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A12 con un contenido en V del 1 % (p) y un contenido en Ti del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A12 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B12 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,2 % (p).

30 Ejemplo 13G

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de vanadato de sodio y disolución de oxalato de niobio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego

se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A13 con un contenido en V del 1 % (p) y un contenido en Nb del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A13 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B13
5 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,2 % (p).

Ejemplo 14G

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de titanio y
10 disolución de oxalato de niobio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A14 con un contenido en Ti del 1 % (p) y un contenido en Nb del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A14 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B14
15 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,2 % (p).

Ejemplo 15G

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de zirconio y
20 disolución de oxalato de niobio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A15 con un contenido en Zr del 1 % (p) y un contenido en Nb del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A15 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de rodio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B15 con
25 un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Rh del 0,2 % (p).

Ejemplo 16G

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de zirconio y
30 disolución de oxalato de niobio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A16 con un contenido en Zr del 1 % (p) y un contenido en Nb del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A16 con disolución de cloruro de rodio y disolución de ácido

cloropaládico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B16 con un contenido en Rh del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,2 % (p).

Ejemplo 17G

5

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de zirconio y disolución de oxalato de niobio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A17 con un contenido en Zr del 1 % (p) y un contenido en Nb del 2 % (p). Se
10 impregnó el catalizador A17 con disolución de cloruro de rodio y disolución de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B17 con un contenido en Rh del 0,1 % (p) y un contenido en Ir del 0,2 % (p).

Ejemplo 18G

15

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de zirconio y disolución de oxalato de niobio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A18 con un contenido en Zr del 1 % (p) y un contenido en Nb del 2 % (p). Se
20 impregnó el catalizador A18 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de tricloruro de iridio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B18 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Ir del 0,2 % (p).

Ejemplo 19G

25

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de zirconio y disolución de oxalato de niobio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A19 con un contenido en Zr del 1 % (p) y un contenido en Nb del 2 % (p). Se
30 impregnó el catalizador A19 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B19 con un contenido en Pt del 0,03 % (p) y un contenido en Pd del 0,27 % (p).

Ejemplo 20G

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de zirconio y disolución de oxalato de niobio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A20 con un contenido en Zr del 1 % (p) y un contenido en Nb del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A20 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de rodio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B20 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Rh del 0,2 % (p).

10

Ejemplo 21G

Se impregnó un portador de sílice amorfa-bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de zirconio y disolución de oxalato de niobio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A21 con un contenido en Zr del 1 % (p) y un contenido en Nb del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A21 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B21 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,2 % (p).

20

Ejemplo 22G

Se impregnó un portador conformado de tamiz molecular Y (Si/Al=30) y alúmina (20 g) con disolución de cloruro de zirconio y disolución de oxalato de niobio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A22 con un contenido en Zr del 1 % (p) y un contenido en Nb del 2 % (p). Se impregnó el catalizador A22 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B22 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,2 % (p).

30

Ejemplo comparativo 1G

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B23 con un contenido en Pt del 0,3 % (p).

5

Ejemplo comparativo 2G

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de ácido cloropaládico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B24 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,2 % (p).

10

Ejemplo comparativo 3G

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de cloruro de zirconio y disolución de oxalato de niobio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B25 con un contenido en Zr del 1 % (p) y un contenido en Nb del 2 % (p).

15

Los catalizadores preparados en los ejemplos 1G a 22G y los ejemplos comparativos 1G a 3G se evalúan mediante el siguiente método. Se colocó el catalizador (5 g) en un reactor, y se alimentó hidrógeno en el mismo. Se realizó la reacción de reducción durante 3 horas a 450 °C, y luego se redujo la temperatura de la misma hasta 350 °C. Se alimentan en el mismo hidrógeno y materiales que contienen tolueno y naftaleno y se ponen en contacto con el catalizador, y se midió la actividad de reacción. Condiciones de reacción: el caudal másico total del aire era de 10 h⁻¹; la temperatura de reacción era de 370 °C; la presión de reacción era de 3,0 MPa; y la razón molecular de hidrógeno con respecto a hidrocarburo era de 4,0. En materiales de partida, tolueno:naftaleno=40:60 (p). Los rendimientos de reacción se muestran en la tabla 7.

20

25

30

ES 2 700 899 A2

Tabla 7

Ejemplos	Componente (2)/contenido (% en peso)	Componente (1)/contenido (% en peso)	Temperatura de desorción de hidrógeno (°C)	Razón de hidrogenación de tolueno (R1), % en peso	Razón de hidrogenación de naftaleno (R2), % en peso	R2/R1
1G	Zr/3,0	Pt/0,3	378	1,4	50,7	36,2
2G	Zr/6,0	Pt/0,3	385	1,2	47,9	39,9
3G	Zr/3,0	Pt/0,5	373	2,1	55,1	26,2
4G	Zr/3,0	Pd/0,3	386	1,1	43,8	39,8
5G	Zr/3,0	Ir/0,3	387	1,1	44,5	40,5
6G	V/3,0	Pt/0,3	382	1,3	51,7	39,8
7G	Ti/3,0	Pt/0,3	390	1,1	49,3	44,8
8G	Nb/3,0	Pt/0,3	389	1,2	54,2	45,2
9G	Zr/1,0-V/2,0	Pt/0,1-Pd/0,2	388	1,2	51,8	43,2
10G	Zr/1,0-Ti/2,0	Pt/0,1-Pd/0,2	385	1,3	50,8	39,1
11G	Zr/1,0-Nb/2,0	Pt/0,1-Pd/0,2	386	1,2	55,2	46,0
12G	V/1,0-Ti/2,0	Pt/0,1-Pd/0,2	388	1,1	47,8	43,5
13G	V/1,0-Nb/2,0	Pt/0,1-Pd/0,2	384	1,3	51,9	39,9
14G	Ti/1,0-Nb/2,0	Pt/0,1-Pd/0,2	385	1,2	52,9	44,1
15G	Zr/1,0-Nb/2,0	Pt/0,1-Rh/0,2	380	1,4	56,9	40,6
16G	Zr/1,0-Nb/2,0	Rh/0,1-Pd/0,2	383	1,3	54,8	42,2
17G	Zr/1,0-Nb/2,0	Rh/0,1-Ir/0,2	382	1,3	53,9	41,5
18G	Zr/1,0-Nb/2,0	Pt/0,1-Ir/0,2	381	1,2	54,4	45,3
19G	Zr/1,0-Nb/2,0	Pt/0,03-Pd/0,27	396	1,0	44,6	44,6
20G	Zr/1,0-Nb/2,0	Pt/0,2-Pd/0,1	377	1,5	59,8	39,9
21G	Zr/1,0-Nb/2,0	Pt/0,1-Pd/0,2	378	1,4	55,8	39,9
22G	Zr/1,0-Nb/2,0	Pt/0,1-Pd/0,2	375	1,7	56,9	33,5
Ejemplo comparativo 1G	/	Pt/0,3	350	11,8	36,9	3,1
Ejemplo comparativo 2G	/	Pt/0,1-Pd/0,2	358	9,8	41,9	4,3
Ejemplo comparativo 3G	Zr/1,0-Nb/2,0	/	309	0,9	7,9	8,8

Ejemplo 1I

5 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de itrio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A1 con un contenido en Y del 5 % (p). Se impregnó el catalizador A1 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B1 con un contenido en Pt del 0,3 % (p).

10

Ejemplo 2I

15 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de escandio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A2 con un contenido en Sc del 5 % (p). Se impregnó el catalizador A2 con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B2 con un contenido en Pt del 0,3 % (p).

20 Ejemplo 3I

25 Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de itrio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A3 con un contenido en Y del 5 % (p). Se impregnó el catalizador A3 con disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B3 con un contenido en Pd del 0,3 % (p).

Ejemplo 4I

30

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de itrio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A4 con un contenido en Y del 5 %

(p). Se impregnó el catalizador A4 con disolución de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B4 con un contenido en Ir del 0,3 % (p).

5 Ejemplo 5I

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de itrio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A5 con un contenido en Y del 5 %

10 (p). Se impregnó el catalizador A5 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B5 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,2 % (p).

Ejemplo 6I

15

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de itrio y disolución de nitrato de escandio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A6 con un contenido en Y del 2 % (p) y un contenido en Sc del 3 % (p). Se

20 impregnó el catalizador A6 con disolución etanólica de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B6 con un contenido en Pt del 0,3 % (p).

Ejemplo 7I

25

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de itrio y disolución de nitrato de escandio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A7 con un contenido en Y del 2 % (p) y un contenido en Sc del 3 % (p). Se

30 impregnó el catalizador A7 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B7 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Pd del 0,2 % (p).

Ejemplo 8I

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de itrio y disolución de nitrato de escandio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A8 con un contenido en Y del 2 % (p) y un contenido en Sc del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A8 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de ácido cloroirídico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B8 con un contenido en Pt del 0,1 % (p) y un contenido en Ir del 0,2 % (p).

10

Ejemplo 9I

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de itrio y disolución de nitrato de escandio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A9 con un contenido en Y del 2 % (p) y un contenido en Sc del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A9 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B9 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,25 % (p).

20

Ejemplo 10I

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de itrio y disolución de nitrato de escandio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A10 con un contenido en Y del 2 % (p) y un contenido en Sc del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A10 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B10 con un contenido en Pt del 0,2 % (p) y un contenido en Pd del 0,1 % (p).

30

Ejemplo 11I

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de itrio y

disolución de nitrato de escandio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A11 con un contenido en Y del 1 % (p) y un contenido en Sc del 4 % (p). Se impregnó el catalizador A11 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B11 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,25 % (p).

Ejemplo 12I

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de itrio y disolución de nitrato de escandio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A12 con un contenido en Y del 4 % (p) y un contenido en Sc del 1 % (p). Se impregnó el catalizador A12 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B12 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,25 % (p).

Ejemplo 13I

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de itrio y disolución de nitrato de escandio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A13 con un contenido en Y del 2 % (p) y un contenido en Sc del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A13 con disolución de ácido cloroplátinico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B13 con un contenido en Pt del 0,03 % (p) y un contenido en Pd del 0,27 % (p).

Ejemplo 14I

Se impregnó un portador de sílice amorfa-bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de itrio y disolución de nitrato de escandio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A14 con un contenido en Y del 2 % (p) y un contenido en Sc del 3 % (p). Se

impregnó el catalizador A14 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B14 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,25 % (p).

5 Ejemplo 15I

Se impregnó un portador conformado de mordenita con alto contenido en silicio (Si/Al=50) y alúmina (20 g) con disolución de nitrato de itrio y disolución de nitrato de escandio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se
10 calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener catalizador A15 con un contenido en Y del 2 % (p) y un contenido en Sc del 3 % (p). Se impregnó el catalizador A15 con disolución de ácido cloroplatínico y disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B15 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,25 % (p).

15

Ejemplo comparativo 1I

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de ácido cloroplatínico de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B16 con un
20 contenido en Pt del 0,03 %.

Ejemplo comparativo 2I

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de ácido cloroplatínico y
25 disolución de cloruro de paladio de un volumen igual al volumen de poro del portador para obtener catalizador B17 con un contenido en Pt del 0,05 % (p) y un contenido en Pd del 0,25 % (p).

Ejemplo comparativo 3I

30

Se impregnó un portador de bolas de alúmina (20 g) con disolución de nitrato de itrio y disolución de nitrato de escandio de un volumen igual al volumen de poro del portador, luego se secó durante 4 horas a 120 °C y se calcinó durante 4 horas a 550 °C para obtener

catalizador B18 con un contenido en Y del 2 % (p) y un contenido en Sc del 3 % (p).

Los catalizadores preparados en los ejemplos 1I a 15I y los ejemplos comparativos 1I a 3I se evalúan mediante el siguiente método. Se colocó el catalizador (5 g) en un reactor, y se alimentó hidrógeno en el mismo. Se realizó la reacción de reducción durante 3 horas a 450 °C, y luego se redujo la temperatura de la misma hasta 350 °C. Se alimentan en el mismo hidrógeno y materiales que contienen tolueno y naftaleno y se ponen en contacto con el catalizador, y se midió la actividad de reacción. Condiciones de reacción: el caudal másico total del aire era de 10 h⁻¹; la temperatura de reacción era de 350 °C; la presión de reacción era de 3,0 MPa; y la razón molecular de hidrógeno con respecto a hidrocarburo era de 3,0. En materiales de partida, tolueno:naftaleno=90:10 (p). Los rendimientos de reacción se muestran en la tabla 8.

Tabla 8

Ejemplos	Componente (2)/contenido (% en peso)	Componente (1)/contenido (% en peso)	Temperatura de desorción de hidrógeno (°C)	Razón de hidrogenación de tolueno (R1), % en peso	Razón de hidrogenación de naftaleno (R2), % en peso	R2/R1
1I	Y/5,0	Pt/0,3	361	2,4	56,3	23,5
2I	Sc/5,0	Pt/0,3	359	2,5	55,9	22,4
3I	Y/5,0	Pd/0,3	372	1,9	51,4	27,1
4I	Y/5,0	Ir/0,3	374	1,6	50,9	31,8
5I	Y/5,0	Pt/0,1-Pd/0,2	365	2,0	58,6	29,3
6I	Y/2,0-Sc/3,0	Pt/0,3	370	1,7	58,1	34,2
7I	Y/2,0-Sc/3,0	Pt/0,1-Pd/0,2	379	1,3	64,3	49,5
8I	Y/2,0-Sc/3,0	Pt/0,1-Ir/0,2	380	1,2	56,3	46,9
9I	Y/2,0-Sc/3,0	Pt/0,05-Pd/0,25	382	1,2	63,8	53,2
10I	Y/2,0-Sc/3,0	Pt/0,2-Pd/0,1	368	1,8	63,9	35,5
11I	Y/2,0-Sc/3,0	Pd/0,1-Ir/0,2	387	1,1	60,5	55,0
12I	Y/1,0-Sc/4,0	Pt/0,05-Pd/0,25	381	1,3	61,8	47,5
13I	Y/4,0-Sc/1,0	Pt/0,05-Pd/0,25	385	1,2	62,5	52,1
14I	Y/2,0-Sc/3,0	Pt/0,05-Pd/0,25	383	1,3	64,1	49,3
15I	Y/2,0-Sc/3,0	Pt/0,05-Pd/0,25	378	1,7	65,8	38,7
Ejemplo	/	Pt/0,3	350	38,6	53,3	1,4

comparativo 1I						
Ejemplo comparativo 2I	/	Pt/0,05-Pd/0,25	361	10,3	56,8	5,5
Ejemplo comparativo 3I	Y/2,0-Sc/3,0	/	298	0,6	4,8	8,0

La presente divulgación se ilustra en detalle en combinación con realizaciones preferidas anteriormente en el presente documento, pero puede entenderse que las realizaciones divulgadas en el presente documento pueden mejorarse o sustituirse sin apartarse del alcance de protección de la presente divulgación. En particular, siempre que no haya conflictos estructurales, las características técnicas divulgadas en todas y cada una de las realizaciones de la presente divulgación pueden combinarse entre sí de cualquier modo, y las características combinadas formadas de ese modo están dentro del alcance de protección de la presente divulgación. La presente divulgación no describe las combinaciones de estas características de una manera exhaustiva por motivos de concisión. La presente divulgación no está limitada por las realizaciones específicas divulgadas en el presente documento, sino que incluye todas las soluciones técnicas que se encuentren dentro del alcance de protección de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Catalizador, que comprende un portador, un componente (1) y un componente (2), en el que el componente (1) comprende un elemento metálico o más elementos metálicos seleccionados de un grupo que consiste en Pt, Pd, Ir y Rh y el componente (2) comprende un elemento metálico o más elementos metálicos seleccionados de un grupo que consiste en grupo IA, grupo IIA, grupo IIIA, grupo IVA, grupo IB, grupo IIB, grupo IIIB, grupo IVB, grupo VB, grupo VIB, grupo VIIB, grupo La y grupo VIII distintos de Pt, Pd, Ir y Rh; y en el que el catalizador tiene una temperatura de desorción de hidrógeno mayor de 350 °C, preferiblemente mayor de 360 °C, más preferiblemente mayor de 370 °C, incluso más preferiblemente mayor de 380 °C.
2. Catalizador según la reivindicación 1, en el que el componente (1) comprende Pt y Pd, preferiblemente, la razón en peso de Pt con respecto a Pd oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,1-8): 1, más preferiblemente entre (0,1-5): 1.
3. Catalizador según la reivindicación 1 o 2, en el que el componente (2) comprende un elemento metálico o más elementos metálicos seleccionados de un grupo que consiste en Re, Mo, W, Mn, Zn, Cu, Cd, Ag, Ni, Co, Fe, Li, K, Mg, Ca, Sr, La, Ce, Pr, Ga, Ge, Sn, Ti, V, Zr, Nb, Y y Sc.
4. Catalizador según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el componente (2) comprende elementos metálicos seleccionados de i) a viii):
- i), al menos dos de Mo, W, Mn y Re;
 - ii), al menos dos de Zn, Cu, Ag y Cd;
 - iii), al menos dos de Co, Ni y Fe;
 - iv), al menos dos de K, Li, Mg, Ca y Sr;
 - v), al menos dos de La, Ce y Pr;
 - vi), al menos dos de Ga, Ge y Sn;
 - vii), al menos dos de Zr, Nb, V y Ti; y
 - viii) Y y Sc.
5. Catalizador según la reivindicación 4, en el que el componente (2) comprende uno o más

seleccionados de un grupo que consiste en una combinación de W y Mo, una combinación de Mn y Mo, una combinación de Re y Mo, una combinación de Cu y Zn, una combinación de Ag y Zn, una combinación de Cd y Zn, una combinación de Co y Ni, una combinación de Fe y Co, una combinación de Fe y Ni, una combinación de K y Li, una combinación de K y Sr, una combinación de K y Mg, una combinación de Mg y Sr, una combinación de La y Ce, una combinación de La y Pr, una combinación de Ce y Pr, una combinación de Ga y Ge, una combinación de Ga y Sn, una combinación de Ge y Sn, una combinación de Zr y Nb, una combinación de Zr y V, una combinación de Zr y Ti, una combinación de Nb y V, una combinación de V y Ti y una combinación de Y y Sc.

10

6. Catalizador según la reivindicación 5, en el que:

en la combinación de W y Mo, la razón en peso de W con respecto a Mo oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;

15 en la combinación de Mn y Mo, la razón en peso de Mn con respecto a Mo oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;

en la combinación de Re y Mo, la razón en peso de Re con respecto a Mo oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;

en la combinación de Cu y Zn, la razón en peso de Cu con respecto a Zn oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;

20 en la combinación de Ag y Zn, la razón en peso de Ag con respecto a Zn oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;

en la combinación de Cd y Zn, la razón en peso de Cd con respecto a Zn oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;

25 en la combinación de Co y Ni, la razón en peso de Co con respecto a Ni oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;

en la combinación de Fe y Co, la razón en peso de Fe con respecto a Co oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;

en la combinación de Fe y Ni, la razón en peso de Fe con respecto a Ni oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;

30 en la combinación de K y Li, la razón en peso de K con respecto a Li oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;

en la combinación de K y Sr, la razón en peso de K con respecto a Sr oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;

- en la combinación de K y Mg, la razón en peso de K con respecto a Mg oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;
- en la combinación de Mg y Sr, la razón en peso de Mg con respecto a Sr oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;
- 5 en la combinación de La y Ce, la razón en peso de La con respecto a Ce oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;
- en la combinación de La y Pr, la razón en peso de La con respecto a Pr oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;
- 10 en la combinación de Ce y Pr, la razón en peso de Ce con respecto a Pr oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;
- en la combinación de Ga y Ge, la razón en peso de Ga con respecto a Ge oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;
- en la combinación de Ga y Sn, la razón en peso de Ga con respecto a Sn oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;
- 15 en la combinación de Ge y Sn, la razón en peso de Ge con respecto a Sn oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;
- en la combinación de Zr y Nb, la razón en peso de Zr con respecto a Nb oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;
- en la combinación de Zr y V, la razón en peso de Zr con respecto a V oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;
- 20 en la combinación de Zr y Ti, la razón en peso de Zr con respecto a Ti oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;
- en la combinación de Nb y V, la razón en peso de Nb con respecto a V oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1;
- 25 en la combinación de V y Ti, la razón en peso de V con respecto a Ti oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1; y
- en la combinación de Y y Sc, la razón en peso de Y con respecto a Sc oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1.
- 30 7. Catalizador según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el componente (1) representa el 0,01-5,0 % en peso, preferiblemente el 0,02-3,0 % en peso del catalizador y el componente (2) representa el 0,01-15 % en peso, preferiblemente el 0,05-8,0 % en peso del catalizador.

8. Catalizador según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la razón en peso del componente (1) con respecto al componente (2) oscila entre (0,1-10): 1, preferiblemente entre (0,2-5): 1.

5

9. Catalizador según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el portador es un portador poroso no ácido o débilmente ácido, preferiblemente, el portador comprende al menos uno seleccionado de un grupo que consiste en alúmina, silicio amorfa-alúmina, caolín y aluminosilicato.

10

10. Catalizador según la reivindicación 9, en el que el portador es un portador modificado con aditivo de ácido de Lewis, preferiblemente, el promotor de ácido de Lewis comprende al menos uno de compuestos que contienen cloruro y compuestos que contienen flúor.

15

11. Catalizador según la reivindicación 10, en el que el aditivo de ácido de Lewis comprende compuestos que contienen cloruro y compuestos que contienen flúor, preferiblemente la razón en peso de los compuestos que contienen cloruro con respecto a los compuestos que contienen flúor oscila entre (0,1-10): 1.

20

12. Catalizador según la reivindicación 11, en el que los compuestos que contienen cloruro comprenden al menos uno seleccionado de un grupo que consiste en AlCl_3 , CuCl_2 , FeCl_3 , SnCl_4 , TiCl_4 y SbCl_5 , y los compuestos que contienen flúor comprenden al menos uno seleccionado de un grupo que consiste en BF_3 , NbF_5 , SbF_5 , TaF_5 y AsF_5 .

25

13. Catalizador según la reivindicación 12, en el que el promotor de ácido de Lewis comprende AlCl_3 y NbF_5 .

30

14. Catalizador según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que el promotor de ácido de Lewis representa el 0,01-20 % en peso, preferiblemente el 0,05-15 % en peso, más preferiblemente el 0,1-10 % en peso del catalizador.

15. Método para preparar el catalizador según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que comprende:

etapa A), cargar un componente (2) que contiene sal en un portador, y realizar secado y calcinación para obtener un precursor de catalizador; y
etapa B), cargar un componente (1) que contiene sal en el precursor de catalizador preparado en la etapa A), y realizar secado y calcinación.

5

16. Método según la reivindicación 15, en el que en la etapa A) y la etapa B), la calcinación se realiza a una temperatura que oscila entre 400 °C y 600 °C.

10

17. Método según la reivindicación 15 ó 16, en el que en la etapa A), el componente (2) que contiene sal se disuelve en agua o un disolvente orgánico, y se carga en el portador mediante precipitación, unión física o inmersión; y en la etapa B), el componente (1) que contiene sal se disuelve en agua o un disolvente orgánico, y se carga en el precursor de catalizador mediante precipitación, unión física o inmersión,

15

preferiblemente, el disolvente orgánico usado en la etapa A) y la etapa B) se selecciona independientemente de un grupo que consiste en alcoholes, cetonas e hidrocarburos, tales como etanol, acetona, ciclohexano, n-heptano y tolueno.

20

18. Método para producir compuestos aromáticos ligeros con compuestos aromáticos pesados, que comprende someter materiales de partida que contienen compuestos aromáticos pesados a reacción de hidrogenación en presencia del catalizador según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15.

25

19. Método según la reivindicación 18, en el que la temperatura de reacción oscila entre 100-500 °C, preferiblemente entre 200-400 °C; la presión oscila entre 0,5-8,0 MPa, preferiblemente entre 1,0-7,0 MPa; la razón molar de hidrógeno con respecto a compuestos aromáticos pesados oscila entre 1-10; y el caudal másico del aire de alimentación oscila entre 0,5-20 h⁻¹, preferiblemente entre 3-15 h⁻¹.

30

20. Método según la reivindicación 18 ó 19, en el que los compuestos aromáticos pesados son compuestos aromáticos policíclicos, preferiblemente los compuestos aromáticos policíclicos comprenden al menos uno seleccionado de un grupo que consiste en naftaleno, antraceno, fenantreno y homólogos de los mismos.

Ref: YR1860435C/ES

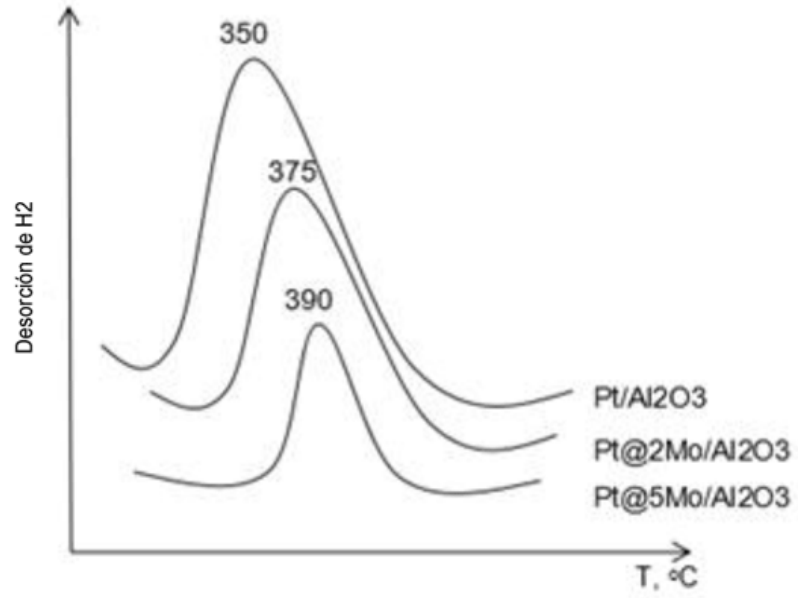


Fig. 1