

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 327**

51 Int. Cl.:
C07C 17/21 (2006.01)
C07C 17/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06720015 .4**
96 Fecha de presentación: **01.02.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1846349**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.10.2007**

54 Título: **MÉTODO PARA OBTENER 1,1,1-TRIFLUOROETANO.**

30 Prioridad:
09.02.2005 US 54029

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.02.2012

73 Titular/es:
Honeywell International Inc.
101 Columbia Road
Morristown, NJ 07960, US

72 Inventor/es:
MARKEL, Daniel, C.;
JOHNSON, Robert, C. y
HSUEH, Sung, Tung

74 Agente: **Lehmann Novo, Isabel**

ES 2 373 327 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para obtener 1,1,1-trifluoroetano

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere a un método para producir 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a). En lugar del método comercial convencional de usar componente puro, tal como 1,1,1-tricloroetano (HCC-140a) como materia prima para un sistema de reactor de fase líquida, esta invención se refiere al uso de materias primas orgánicas alternativas que comprenden 1,1-dicloroetano (cloruro de vinilideno) en combinación con uno o más de 1,1-dicloro-1-fluoroetano (HCFC-141b), y 1-cloro-1,1-difluoroetano (HCFC-142b) y 1,1,1-tricloroetano (HCC-140a) para obtener HFC-143a.

Antecedentes de la invención

10 Los sistemas de refrigeración mecánicos, y dispositivos de transferencia de calor relacionados, tales como bombas de calor y aires acondicionados, que usan líquidos refrigerantes, son bien conocidos en la técnica para usos industriales, comerciales y domésticos. Los clorofluorocarbonos (CFCs) se desarrollaron en los años 1930 como refrigerantes para tales sistemas. Sin embargo, desde los años 1980, el efecto de los CFCs sobre la capa de ozono estratosférica se ha convertido en el foco de gran atención. En 1987 un gran número de gobiernos firmaron el
15 Protocolo de Montreal para proteger el medioambiente global proponiendo un calendario para eliminar progresivamente los productos de CFC. Las reformas subsiguientes a este protocolo aceleraron la eliminación progresiva de estos CFCs y también pusieron fecha para la eliminación progresiva de los HCFCs. De este modo, existe la necesidad de una alternativa no inflamable y no tóxica para sustituir estos CFCs y HCFCs. En respuesta a tal demanda, la industria ha desarrollado un número de hidrofluorocarbonos (HFCs), que tienen un potencial de
20 agotamiento del ozono nulo.

Los hidrofluorocarbonos tales como difluorometano (HFC-32), 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a) y 1,1-difluoroetano (HFC-152a) tienen un potencial de agotamiento del ozono (ODP) esencialmente nulo, por lo tanto se ha encontrado que son refrigerantes aceptables y, en algunos casos, agentes de soplado potenciales en la producción de espumas plásticas.

25 El 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a) es un componente de la mezcla refrigerante que no agota el ozono comercialmente disponible 507A (también conocido como AZ-50). Uno de los procedimientos comerciales para obtener HFC-143a es hacer reaccionar directamente 1,1,1-tricloroetano (HCC-140a) con HF. El HCC-140a fue en su día uno de los productos químicos altamente producido en el mundo. Se usó hace tiempo como disolvente, y más recientemente como materia prima para obtener 1,1-dicloro-1-fluoroetano (HCFC-141b). Con la eliminación
30 progresiva de los CFC's y HCFC's como estipula el protocolo de Montreal, la producción de HCC-140a ha disminuido drásticamente. Por las "reglas" de oferta y demanda, el precio ha aumentado drásticamente. De forma similar, la mayoría de los usos de HCFC-141b están siendo eliminados por ley; el impacto económico de esto puede dar como resultado un coste relativamente elevado para este como materia prima, puesto que están prohibidos otros usos. De este modo, existe la necesidad de un método alternativo para la fabricación de HFC-143a que pueda usar,
35 en parte o completamente, materiales de partida orgánicos alternativos y sus combinaciones.

La patente US nº 2.478.932, Miller et al., Allied Chemical & Dye, se refiere a reacciones en fase gaseosa para la fluoración de 1,1,1-diclorofluoroetano usando un fluoruro de aluminio o un catalizador de fluoruro de aluminio básico complejo. Tales reacciones en fase gaseosa no son realmente deseables debido a que deben de operar a mayores
40 temperaturas, generalmente crean más subproductos, tienen menor producción volumétrica, y tienen una vida catalítica corta.

La patente US nº 4.766.258, Komatsu et al., Asahi Kasei, se refiere a la producción en fase líquida de HFC-143a a partir de hidroclocarbonos individuales usando un catalizador a base de estaño.

45 La patente US nº 4.968.850, Franklin et al., Solvay & Cie, se refiere a la producción en fase líquida de HFC-143a a partir de clorocarbonos insaturados, tales como cloruro de vinilideno, usando un catalizador a base de estaño y un inhibidor organofosforoso. La cantidad de HFC-143a producida es muy pequeña, es decir, 2% o menos.

La patente US nº 5.574.191, Balthasart et al., Solvay & Cie, se refiere a la coproducción de HFC-143A con fluoruro de vinilideno y al menos uno de 1-cloro-1,1-difluoroetano (HCFC-142b) y 1,1-dicloro-1-fluoroetano (HCFC-141b) en fase líquida sin el uso de un catalizador. El ejemplo de procedimiento en esta patente produjo sólo 6,1% de HFC-143a.

50 La patente US nº 5.770.779, Nappa, et al., E.I. duPont de Nemours and Company, se refiere a la producción de HFC-143a usando catalizador a base de estaño y al menos un compuesto seleccionado de alcóxidos metálicos y no metálicos.

La patente US nº 6.080.899, Bradley, et al., AlliedSignal Inc., se refiere a condiciones de operación para producir

compuestos tales como HFC-143a, incluyendo un disolvente que no toma parte de la reacción.

La patente US nº 6.339.178, Lantz, et al., Atofina, se refiere a la producción de HFC-143a a partir de HCFC-142b solo, en presencia de un catalizador de la fluoración.

5 La patente US nº 6.630.610, Swain, et al., AlliedSignal Inc., se refiere a condiciones de operación para producir HFC-143a a partir de 1,1,1-tricloroetano (HCC-140a).

El documento WO 96/05156, Swain, AlliedSignal Inc., se refiere a la producción de HFC-143a a partir de HCC-140a solo, en ausencia de un disolvente.

El documento JP 8-217704 se refiere a la coproducción de HFC-143a con HFC-32, usando HCC-140a como la alimentación para el HFC-143a.

10 La patente coreana 2000027318, Na, et al., describe la preparación de HFC-143a en fase líquida usando catalizador de antimonio a partir de una mezcla de HCFC-141b y HCFC-142b.

La patente coreana 184381 describe la coproducción de HFC-143a y HCFC-142b en la fase líquida sin catalizador.

La patente rusa 2160245, Orlov, et al., describe la coproducción de HFC-143a, HCFC-142b, y HCFC-141b a partir de HCC-140a o cloruro de vinilideno en fase líquida.

15 Las patentes chinas 1106779 y 1044802 se refieren a la producción de HFC-143a a partir de 1-cloro-1,1-difluoroetano (HCFC-142b) en fase líquida usando un catalizador a base de antimonio.

A la vista del coste rápidamente creciente de 1,1,1-tricloroetano, existe la necesidad de un procedimiento alternativo que permita producir HFC-143a con diferentes agentes reaccionantes, que puedan cambiar dependiendo de las fluctuaciones de los precios de estas materias primas reaccionantes.

20 Sumario de la invención

Según la invención, se proporciona un procedimiento para producir 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), que comprende hacer reaccionar cloruro de vinilideno y uno o más de 1,1-dicloro-1-fluoroetano (HCFC-141b), 1-cloro-1,1-difluoroetano (HCFC-142b) y 1,1,1-tricloroetano (HCC-140a) con fluoruro de hidrógeno en presencia de un compuesto de antimonio pentavalente como catalizador de la fluoración en condiciones para producir 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), en el que la reacción se lleva a cabo como una reacción en fase líquida. Según el método de esta invención, cuando se emplea cloruro de vinilideno como uno de los agentes reaccionantes de materia prima junto con uno o más de los otros agentes reaccionantes halogenados, se puede producir inesperadamente 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a) con rendimientos de 90% o más, incluso 95% o más, del peso total de los hidrocarburos halogenados producidos. Además, con el método de la invención, la flexibilidad a la hora de seleccionar las combinaciones de las alimentaciones reaccionantes de partida permite cambiar fácilmente las materias primas dependiendo de la fluctuación del precio de la materia prima para las materias primas.

Descripción detallada de la invención

Según esta invención, se proporciona un procedimiento para producir 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), procedimiento el cual comprende hacer reaccionar fluoruro de hidrógeno con cloruro de vinilideno en combinación con uno o más de 1,1-dicloro-1-fluoroetano (HCFC-141b), 1-cloro-1,1-difluoroetano (HCFC-142b) y 1,1,1-tricloroetano (HCC-140a) en presencia de antimonio pentavalente como catalizador de la fluoración en condiciones para producir 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), en el que la reacción se lleva a cabo como una reacción en fase líquida.

Según el procedimiento de esta invención, el cloruro de vinilideno, junto con cualquier combinación de uno o más de 1,1-dicloro-1-fluoroetano (HCFC-141b), 1-cloro-1,1-difluoroetano (HCFC-142b) y 1,1,1-tricloroetano (HCC-140a), se hace reaccionar con fluoruro de hidrógeno para producir niveles elevados de 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a). Preferiblemente, la relación en peso de cantidad de cloruro de vinilideno empleado en la reacción a la cantidad del uno o más de 1,1-dicloro-1-fluoroetano (HCFC-141b), 1-cloro-1,1-difluoroetano (HCFC-142b) y 1,1,1-tricloroetano (HCC-140a) será de 90/10 a 10/90, más preferiblemente de 50/50 a 25/75.

La reacción se lleva a cabo como una reacción en fase líquida, y se puede llevar a cabo de una manera por lotes, semicontinua, o completamente continua. Se prefiere una reacción completamente continua. Se puede emplear cualquier reactor adecuado, tal como Hastelloy, Inconel, Monel, acero inoxidable, acero, o en vasijas de reacción forradas de Teflón, con o sin agitación.

La reacción se lleva a cabo preferiblemente en presencia de un catalizador de la fluoración de tipo antimonio pentavalente adecuado. Tales compuestos de antimonio pentavalente pueden ser haluros de antimonio, haluros de antimonio pentavalente mixtos, o una mezcla de haluros de antimonio pentavalente. Más preferiblemente, el catalizador es pentacloruro de antimonio (SbCl_5) o pentafluoruro de antimonio (SbF_5), lo más preferible pentacloruro

de antimonio.

La cantidad de catalizador de la fluoración empleado en el procedimiento de esta invención puede ser cualquier cantidad adecuada. Generalmente, la cantidad de catalizador empleado será una cantidad de manera que la relación en peso de catalizador a agente reaccionante de HF es de 5:95 a 99,9:0,1, preferiblemente de 20:80 a 99,9:0,1, incluso más preferiblemente de 30:70 a 99,9:0,1, y lo más preferible 84:16.

Puesto que la presencia de agua tenderá a desactivar el catalizador, el agente reaccionante de fluoruro de hidrógeno es preferiblemente sustancialmente anhidro. Por "sustancialmente anhidro" se quiere decir que el fluoruro de hidrógeno contiene menos de 0,05% de agua, preferiblemente menos de 0,02% de agua. Se apreciará que la presencia de agua se puede compensar, al menos en parte, mediante el uso de mayores niveles de catalizador en la reacción. La cantidad de agente reaccionante de fluoruro de hidrógeno empleado en la reacción de esta invención puede ser cualquier cantidad adecuada. Preferiblemente, la relación en moles de agente reaccionante de fluoruro de hidrógeno al total de los agentes reaccionantes de haluro orgánico estará en el intervalo de 1/1 a 25/1; más preferiblemente, de 1/1 a 20/1; y lo más preferible, de 1,5/1 a 15/1.

En la reacción de esta invención se puede emplear cualquier temperatura o presión adecuada. La temperatura empleada será preferiblemente de 0°C a 200°C, más preferiblemente de 20°C a 150°C, y lo más preferible de 40°C a 120°C. La presión empleada estará determinada por el hecho de si la reacción se lleva a cabo en modo continuo o por lotes, y será preferiblemente de 0 a 700 psig (0 a 49,215 kg/cm²), más preferiblemente de 5 a 300 psig (0,352 a 21,097 kg/cm²), y lo más preferible de 15 a 150 psig (1,055 a 10,546 kg/cm²) en modo continuo. Se pueden emplear mayores presiones en el modo por lotes. La reacción se puede llevar a cabo en un modo continuo o en un modo por lotes usando cualquier período de tiempo adecuado, preferiblemente a lo largo de un período de 1 segundo a 2 horas, más preferiblemente a lo largo de un período de 5 segundos a 60 minutos.

En una realización adicional del método de esta invención, el cloro, muy preferiblemente en forma de cloro líquido o gaseoso, se puede introducir en la mezcla de reacción en la vasija de reacción para mantener el catalizador en su estado pentavalente, es decir, su estado activo.

La invención se ilustra, pero no se limita a, los siguientes ejemplos de síntesis.

Ejemplo 1

Se usó un autoclave Parr de 3,79 litros (1 galón) con agitación interna. Se añadió pentacloruro de antimonio al autoclave. Se añadió una cantidad equimolar de HF para fluorar parcialmente el antimonio (el autoclave no se purgó), y el reactor agitado se calentó hasta 90°C. Después se añadió al autoclave una mezcla de 75/25 (% en peso) de cloruro de vinilideno a HCFC-141b, más 2,5 moles de HF por mol de orgánica. El autoclave se mantuvo a 90°C durante treinta minutos. Durante este tiempo, la presión se elevó hasta 530 psig (37,263 kg/cm²). Después, el reactor se purgó hasta trampas frías, y el producto de la reacción se lavó y se analizó. El % en peso de SbCl₅ a HF estaba en una relación 84/16. El resultado fue una conversión de 91,33% en 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), con 8,55% de subproductos (definidos como compuestos distintos de HFC-143a, HCFC-142b, HCFC-141b, HCC-140a, o cloruro de vinilideno).

Ejemplo 2

La reacción fue la misma como en el Ejemplo 1, pero el aumento de presión alcanzó 600 psig (42,484 kg/cm²). El resultado fue una conversión de 91,90% en 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), con 8,06% de subproductos.

Ejemplo 3

La reacción fue la misma como en el Ejemplo 1, pero se empleó como alimentación orgánica una mezcla 50/50% en peso de cloruro de vinilideno a HCFC-141b, y se empleó una relación en moles de 2,75:1 de HF a orgánica. El % en peso de SbCl₅ a HF estaba en una relación 84/16. La presión alcanzó 540 psig (37,966 kg/cm²), y todos los agentes reaccionantes se mantuvieron en el reactor por lotes durante 30 min. El resultado fue una conversión de 71,43% en 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), con 8,41% de subproductos.

Ejemplo 4

Esta reacción se llevó a cabo en las mismas condiciones que el Ejemplo 3. El resultado fue una conversión de 95,26% en 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), con 4,70% de subproductos.

Ejemplo 5

Esta reacción se llevó a cabo en las mismas condiciones como los Ejemplos 3 y 4. El resultado fue una conversión de 94,93% en 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), con 5,02% de subproductos.

Ejemplo 6

5 Esta reacción se llevó a cabo de la misma manera como en el Ejemplo nº 1, excepto que se usó una mezcla 75/25% en peso de cloruro de vinilideno a HCFC-141b como alimentación orgánica, y se añadió rápidamente al reactor con agitación una relación en moles de 3,0:1 de HF a orgánica. El % en peso de SbCl_5 a HF estaba en una relación de 84/16. La presión fue 490 psig (34,450 kg/cm^2), y todos los agentes reaccionantes se mantuvieron en el reactor por lotes durante 30 min. El resultado fue una conversión de 91,59% en 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), con 8,33% de subproductos.

Ejemplo 7

10 Las condiciones de esta reacción fueron las mismas como en el Ejemplo 6. El resultado fue una conversión de 91,97% en 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), con 7,98% de subproductos.

Ejemplo 8

15 Las condiciones de reacción fueron las mismas como en el Ejemplo 1, excepto que se usó como alimentación orgánica una mezcla 50/50% en peso de cloruro de vinilideno a HCC-140a, y se añadió rápidamente al reactor con agitación una relación en moles de 3,2:1 de HF a orgánica. El % en peso de SbCl_5 a HF estaba en una relación de 84/16. La presión fue 530 psig (37,623 kg/cm^2), y todos los agentes reaccionantes se mantuvieron en el reactor por lotes durante 30 min. El resultado fue una conversión de 96,63% en 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), con 3,28% de subproductos.

Ejemplo 9

20 Las condiciones de reacción fueron las mismas como en el Ejemplo 8. El resultado fue una conversión de 96,41% en 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), con 3,55% de subproductos.

Ejemplo 10

25 La reacción se llevó a cabo en las mismas condiciones como en el Ejemplo 1, excepto que se usó como la alimentación orgánica una mezcla 50/50% en peso de cloruro de vinilideno a HCFC-142b, y se añadió rápidamente al reactor con agitación una relación en moles de 2,6:1 de HF a orgánica. El % en peso de SbCl_5 a HF estaba en una relación de 84/16. La presión fue 525 psig (36,911 kg/cm^2), y todos los agentes reaccionantes se mantuvieron en el reactor por lotes durante 30 min. El resultado fue una conversión de 94,50% en 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), con 5,45% de subproductos.

Ejemplo 11

30 Las condiciones de reacción fueron las mismas como en el Ejemplo 10. El resultado fue una conversión de 96,81% en 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), con 3,13% de subproductos.

Ejemplo 12

35 Las condiciones de reacción fueron las mismas como en el Ejemplo 1, pero se usó como alimentación orgánica una mezcla 25/75% en peso de cloruro de vinilideno a HCFC-141b, y se añadió rápidamente al reactor con agitación una relación en moles de 2,48:1 de HF a orgánica. El % en peso de SbCl_5 a HF estaba en una relación de 84/16. La presión fue 525 psig (36,911 kg/cm^2), y todos los agentes reaccionantes se mantuvieron en el reactor por lotes durante 30 min. El resultado fue una conversión de 98,62% en 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), con 1,35% de subproductos.

Ejemplo 13

40 Las condiciones de reacción fueron las mismas como en el Ejemplo 12. El resultado fue una conversión de 98,15% en 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), con 1,81% de subproductos.

Ejemplo 14

45 Las condiciones de reacción fueron las mismas como en el Ejemplo 1, pero se usó como alimentación orgánica una mezcla 25/75% en peso de cloruro de vinilideno a HCC-140a, y se añadió rápidamente al reactor con agitación una relación en moles de 2,51:1 de HF a orgánica. El % en peso de SbCl_5 a HF estaba en una relación de 84/16. La presión fue 550 psig (38,669 kg/cm^2), y todos los agentes reaccionantes se mantuvieron en el reactor por lotes durante 30 min. El resultado fue una conversión de 95,40% en 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), con 4,52% de subproductos.

Ejemplo 15

Las condiciones de reacción fueron las mismas como en el Ejemplo 14. El resultado fue una conversión de 95,81%

en 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), con 4,12% de subproductos.

Ejemplo 16

5 Esta reacción se llevó a cabo usando una mezcla 25/75% en peso de cloruro de vinilideno a HCFC-142b como alimentación orgánica, y se añadió rápidamente al reactor con agitación una relación en moles de 2,3:1 de HF a orgánica, similares a las condiciones como en el Ejemplo 1. El % en peso de SbCl_5 a HF estaba en una relación de 8411 6. La presión fue 580 psig (40,778 kg/cm²), y todos los agentes reaccionantes se mantuvieron en el reactor por lotes durante 30 min. El resultado fue una conversión de 99,08% en 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), con 0,92% de subproductos.

10 A partir de estos ejemplos, se puede observar que las mezclas de varias de estas combinaciones de alimentación en un amplio intervalo de proporciones pueden dar como resultado rendimientos elevados del producto de 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a) deseado, y con un impacto favorable sobre la formación de productos indeseables.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento para producir 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), que comprende hacer reaccionar cloruro de vinilideno y al menos uno de 1,1-dicloro-1-fluoroetano (HCFC-141b), 1-cloro-1,1-difluoroetano (HCFC-142b) y 1,1,1-tricloroetano (HCC-140a) con fluoruro de hidrógeno en presencia de antimonio pentavalente como catalizador de la fluoración para producir 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), en el que la reacción se lleva a cabo como una reacción en fase líquida.
2. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que el fluoruro de hidrógeno se hace reaccionar con una combinación de cloruro de vinilideno y 1,1-dicloro-1-fluoroetano (HCFC-141b).
- 10 3. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que el fluoruro de hidrógeno se hace reaccionar con una combinación de cloruro de vinilideno y 1-cloro-1,1-difluoroetano (HCFC-142b).
4. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que el fluoruro de hidrógeno se hace reaccionar con una combinación de cloruro de vinilideno y 1,1,1-tricloroetano (HCC-140a).
- 15 5. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que el catalizador de la fluoración de tipo antimonio pentavalente se selecciona del grupo que consiste en haluros de antimonio pentavalente, haluros de antimonio pentavalente mixtos, y mezclas de haluros de antimonio pentavalente.
6. Un procedimiento según la reivindicación 5, en el que el catalizador de antimonio pentavalente es pentacloruro de antimonio.
- 20 7. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que la relación en peso de agente reaccionante de cloruro de vinilideno al uno o más de los agentes reaccionantes de 1,1-dicloro-1-fluoroetano (HCFC-141b), 1-cloro-1,1-difluoroetano (HCFC-142b) y 1,1,1-tricloroetano (HCC-140a) es de 90:10 a 10:90.
8. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que la reacción se lleva a cabo en presencia de cloro líquido o gaseoso para mantener la actividad del catalizador.
- 25 9. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que la relación en peso de agente reaccionante de cloruro de vinilideno al uno o más de 1,1-dicloro-1-fluoroetano (HCFC-141b), 1-cloro-1,1-difluoroetano (HCFC-142b) y 1,1,1-tricloroetano (HCC-140a) es de 90:10 a 10:90, el agente reaccionante de fluoruro de hidrógeno es fluoruro de hidrógeno sustancialmente anhidro y contiene menos de 0,05% de agua, el catalizador es pentacloruro de antimonio, la reacción se lleva a cabo en fase líquida a una temperatura de 40°C a 120°C, la reacción se lleva a cabo a una presión de 15 a 150 psig (1,055 a 10,546 kg/cm²), la relación en moles de agente reaccionante de fluoruro de hidrógeno a agentes reaccionantes de haluro orgánico es de 1,5/1 a 10/1, y la cantidad de 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a) producido es al menos 90% de los hidrocarburos halogenados producidos.
- 30