الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

المملكة العربية السعودية
Kingdom of Saudi Arabia

براءة اختراع

إن الرئيس التنفيذي للهيئة السعودية للملكية الفكرية و بموجب أحكام نظام براءات الإختراع و التصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة و الأصناف النباتية و النماذج الصناعية الصادر بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/27 وتاريخ 1425/05/29هـ و المعدل بقرار مجلس الوزراء رقم 536 و تاريخ 1439/10/19هـ ، و لائحته التنفيذية.
يقرر منح :

شيفرون فيليبس كيميكال كمبني أل بيه
CHEVRON PHILLIPS CHEMICAL COMPANY LP

براءة اختراع رقم : SA 11047

بتاريخ : 1444/03/08 هـ
الموافق : 2022/10/04 م

عن الإختراع المسمى :

تحضير محفز تحويل إلى شكل عطري في وجود فلز قلوي خلال خطوة غسل

AROMATIZATION CATALYST PREPARATION WITH ALKALI METAL PRESENT DURING A WASHING STEP

وفق ما هو موضح في وصف الاختراع المرفق، ولمالك البراءة الحق في الانتفاع بكامل الحقوق النظامية في المملكة العربية السعودية خلال فترة سريان الحماية.

الرئيس التنفيذي

د. عبدالعزيز بن محمد السويلم

الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

[19] **الهيئة السعودية للملكية الفكرية**
[11] **رقم البراءة:** SA 11047 B1

[12] **براءة اختراع**

[45] **تاريخ المنح:** 1444/03/08 هـ
الموافق: 2022/10/04 م

[21] رقم الطلب: 519402130
[22] تاريخ دخول المرحلة الوطنية: 1440/10/15 هـ
الموافق: 2019/06/18 م
[30] بيانات الأسبقية:
15/384,366 US 2016/12/20 م
[72] اسم المخترع: ريان، سنيل ، شيانغ هونغ، هاو
[73] مالك البراءة: شـــيفرون فيليبس كيميكال كمبني أل بيه
عنـــوانه: 10001 سيكس باينز درايف، ذي وودلاندز، تكساس 77380 ، الولايات المتحدة الامريكية
جنسيته: امريكية
[74] الوكيل: شركة سماس للملكية الفكرية

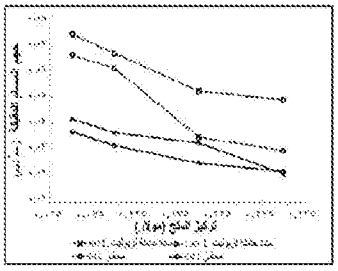
[86] رقم الطلب الدولي: PCT/US2017/066254
تاريخ إيداع الطلب الدولي: 2017/12/14 م
[87] رقم النشر الدولي: WO/2018/118604
تاريخ النشر الدولي: 2018/06/28 م
[51] التصنيف الدولي(IPC[8]):
B01J 023/042
[56] المراجع:
US 6190539, US 4987109,
EP 2170509, EP 0201856,

الفاحص: عبدالعزيز بن سلمان المعتق

[54] اسم الاختراع: تحضير محفز تحويل إلى شكل عطري في وجود فلز قلوي خلال خطوة غسل

AROMATIZATION CATALYST PREPARATION WITH ALKALI METAL PRESENT DURING A WASHING STEP

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي بطرق لإنتاج محفزات محمولة تحتوي على فلز انتقالي وقاعدة زيوليت مرتبط. تستخدم هذه الطرق خطوة غسل وقاعدة زيوليت مرتبط في وجود فلز قلوي، قبل تشريب المادة الحاملة للزيوليت المرتبط بالفلز الانتقالي. يمكن اســـتخدام فلزات قلوية مثل البوتاسيوم والسيزيوم. الشكل (1)



عدد عناصر الحماية (21)، عدد الأشكال (4)

تحضير محفز تحويل إلى شكل عطري في وجود فلز قلوي خلال خطوة غسل

AROMATIZATION CATALYST PREPARATION WITH ALKALI METAL PRESENT DURING A WASHING STEP

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق الكشف الحالي بطرق إنتاج المحفزات المحمولة supported catalysts، وبشكل أكثر تحديدًا بإنتاج محفزات محمولة للتحويل إلى شكل عطري supported aromatization catalysts تحتوي على فلز انتقالي transition metal وقاعدة زيوليت مرتبط bound zeolite base باستخدام خطوة غسل تتضمن فلزًا قلويًا alkali metal.

عادةً ما تتضمن عملية التصنيع القياسية للعديد من المحفزات المحمولة للتحويل إلى شكل عطري تكوين قاعدة زيوليت مرتبط من رابط binder وزيوليت، وقد يحدث تبادل أيوني للزيوليت قبل تشكيل قاعدة زيوليت مرتبط. يتم غسل الزيوليت المرتبط بشكل عام قبل إضافة فلز انتقالي، مثل البلاتينيوم platinum، والهالوجين halogen، وبالتالي يتم تكوين محفز محمول للتحويل إلى شكل عطري.

قد لا يكون من المرغوب فيه إجراء عملية تبادل أيوني بعد تكوين قاعدة زيوليت مرتبط، ويرجع ذلك جزئيًا إلى التكلفة والتعقيدات الإضافية التي ستضيفها إلى عملية التصنيع الكلية للمحفز. غير أنه قد يكون من المفيد تخصيب المادة الحاملة للزيوليت المرتبط بفلز قلوي لتحسين خصائص المحفز المحمول للتحويل إلى شكل عطري الناتج عن ذلك دون الحاجة إلى عملية تبادل أيوني. وفقًا لذلك، يتم توجيه الكشف الحالي بشكل عام من أجل تحقيق هذه الغايات.

الوصف العام للاختراع

يتعلق الاختراع الحالي بطرق لإنتاج المحفزات المحمولة ووصفها هنا. قد تتضمن إحدى طرق إنتاج المحفزات المحمولة هذه (أ) توفير قاعدة زيوليت مرتبط، (ب) غسل قاعدة زيوليت مرتبط بمحلول مائي يشتمل على فلز قلوي لإنتاج مادة حاملة للزيوليت مخصبة بالفلز القلوي، (ج) تشريب impregnating المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي alkali metal enriched zeolite support بفلز انتقالي وهالوجين لإنتاج المحفز المحمول supported catalyst. قد يشتمل الفلز القلوي نمطيًا على البوتاسيوم potassium أو الروبيديوم rubidium أو السيزيوم

cesium أو توليفات منها، وقد يشتمل الفلز الانتقالي على البلاتينيوم.

يمكن استخدام المحفزات المحمولة التي تنتجها الطرق الواردة هنا في عمليات التحويل إلى شكل عطري لإنتاج مركبات عطرية aromatic compounds من هيدروكربونات غير عطرية non-aromatic hydrocarbons. قد تحتوي هذه المحفزات على مزيج غير متوقع ذي انتقائية زائدة للمنتج product selectivity (مثل للبنزين benzene أو التولوين toluene)، ولكن بانخفاض المساحة السطحية للمحفز وحجم مسام دقيق micropore volume أقل للمحفز مقارنةً بالمحفزات المحمولة التي تم تحضيرها دون خطوة الغسل التي تستخدم فلز قلوي.

يقدم كل من الملخص السابق والوصف التفصيلي التالي أمثلة وتُعرض للتوضيح فقط. وفقًا لذلك، لا ينبغي اعتبار الملخص السابق والوصف التفصيلي التالي تقييدًا للاختراع. علاوة على ذلك، قد يتم توفير ميزات أو أشكال مختلفة بالإضافة إلى الميزات الموضحة هنا. على سبيل المثال، قد تتعلق بعض الجوانب إلى العديد من مجموعات الميزات والمجموعات الفرعية الموضحة في الوصف التفصيلي.

شرح مختصر للرسومات

الشكل 1 يعرض منحنى للحجم المسامي الدقيق للمادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي والحجم المسامي الدقيق للمحفز المحمول مقابل التركيز المولاري molar concentration للفلزات القلوية في المحلول المائي المستخدم لغسل قاعدة زيوليت مرتبط، لفلزات السيزيوم والبوتاسيوم القلوية.

الشكل 2 يعرض منحنى لتشتت البلاتينيوم platinum dispersion في المحفز المحمول مقابل التركيز المولاري للفلزات القلوية في المحلول المائي المستخدم لغسل قاعدة زيوليت مرتبط، لفلزات السيزيوم والبوتاسيوم القلوية.

الشكل 3 يعرض منحنى لانتقائية البنزين، وانتقائية التولوين، ونهاية درجة حرارة التشغيل end of run temperature لمحفز محمول مخصب بالسيزيوم مقارنةً بالمحفز المرجعي reference catalyst مقابل التركيز المولاري للسيزيوم في المحلول المائي المستخدم لغسل قاعدة الزيوليت المرتبط.

الشكل 4 يقدم منحنى لانتقائية البنزين، وانتقائية التولوين، ونهاية درجة حرارة التشغيل لمحفز محمول مخصب بالبوتاسيوم مقارنة بالمحفز المرجعي مقابل التركيز المولاري للبوتاسيوم في المحلول المائي المستخدم لغسل قاعدة الزيوليت المرتبط.

الوصف التفصيلي:

التعريفات

لتعريف المصطلحات المستخدمة هنا بمزيد من الوضوح، يتم تقديم التعريفات التالية. ما لم يُذكر خلاف ذلك، تنطبق التعاريف التالية على هذا الكشف. إذا تم استخدام مصطلح في هذا الكشف ولكن لم يتم تعريفه بشكل محدد في هذه الوثيقة، فيمكن تطبيق التعريف الوارد في IUPAC Compendium of Chemical Terminology, 2nd Ed (1997)، طالما أن هذا التعريف لا يتعارض مع أي كشف أو تعريف آخر مطبق هنا، أو لا يجعل أي عنصر حماية غير محدود أو غير منشَّط ينطبق عليه ذلك التعريف. بالقدر الذي يتعارض فيه أي تعريف أو استخدام تقدمه أي وثيقة تم تضمينها هنا بالإشارة إلى التعريف أو الاستخدام الوارد هنا، يسود التعريف أو الاستخدام الوارد هنا.

يتم هنا وصف ميزات الموضوع بحيث يمكن، ضمن جوانب معينة، تصور مجموعة من الميزات المختلفة. لكل جانب وكل ميزة يتم الكشف عنها هنا، يتم الإشارة في جميع التوليفات التي لا تؤثر بشكل ضار على التصميمات أو التراكيب أو العمليات أو الطرق الموضحة هنا مع أو بدون وصف واضح للتوليفة المحددة. بالإضافة إلى ذلك، ما لم يُصرح صراحةً بخلاف ذلك، يمكن دمج أي جانب أو ميزة تم الكشف عنها هنا لوصف التصميمات أو التركيبات أو العمليات أو الطرق المبتكرة المتوافقة مع الكشف الحالي.

في هذا الكشف، في حين أن التركيبات والطرق غالبًا ما توصف من حيث أنها "تشتمل على" مكونات أو خطوات مختلفة، قد تحتوي التركيبات والطرق أيضًا "بشكل أساسي على" أو "تحتوي على" المكونات أو الخطوات المختلفة، ما لم يُنص على خلاف ذلك.

تهدف المصطلحات المتعلقة بصيغة النكرة والمعرفة إلى تضمين صيغ الجمع، على سبيل المثال واحد على الأقل. على سبيل المثال، يُقصد بالكشف عن "فلز انتقالي" أو "هالوجين" أن يشتمل واحدا أو خلائط أو توليفات من أكثر من فلز انتقالي أو فلز قلوي واحد، ما لم يُنص على خلاف ذلك.

بشكل عام، تتم الإشارة إلى مجموعات من العناصر باستخدام مخطط الترقيم الموضح في نسخة الجدول الدوري للعناصر المنشورة في Chemical and Engineering News, 63(5), 27, 1985. في بعض الحالات، يمكن الإشارة إلى مجموعة من العناصر باستخدام الاسم الشائع المخصص للمجموعة؛ على سبيل المثال، الفلزات القلوية لعناصر المجموعة 1، الفلزات الانتقالية لعناصر المجموعة 3-12، الهالوجينات أو الهاليدات لعناصر المجموعة 17.

بالنسبة لأي مركب أو مجموعة معينة تم الكشف عنها هنا، فإن أي اسم أو بنية (عامة أو خاصة) معروضة تتضمن جميع الأيزومرات isomers، الأيزومرات النطاقية regioisomers، الأيزومرات الفراغية stereoisomers، والخلائط التي قد تنشأ من مجموعة معينة من البدائل، ما لم يُنص على خلاف ذلك. يتضمن الاسم أو الهيكل (عام أو خاص) أيضًا جميع المتشاكلات

enantiomers، ومزدوجات التجاسم diastereomers، والأيزومرات البصرية optical isomers الأخرى (إن وُجدت)، سواء في أشكال المتشاكلات أو الراسيميات racemic فضلا عن خلائط من الأيزومرات الفراغية، على النحو المعترف به بواسطة الحرفيين الماهرين، ما لم يُنص خلاف ذلك. على سبيل المثال، تشتمل إشارة عامة إلى الهكسان hexane على n-هكسان n-hexane، 2-ميثيل-بنتان 2-methyl-pentane، 3-ميثيل-بنتان 3-methyl-pentane، 2، 2-داي ميثيل-بيوتان 2,2-dimethyl-butane، و2، 3-داي ميثيل-بيوتان 2,3-dimethyl-butane؛ وتشتمل إشارة عامة إلى مجموعة بيوتيل butyl على مجموعة n-بيوتيل n-butyl، مجموعة سيك-بيوتيل sec-butyl، ومجموعة أيزو-بيوتيل iso-butyl، ومجموعة t-بيوتيل t-butyl.

في أحد الجوانب، يمكن تعريف "مجموعة" كيميائية أو وصفها وفقًا لكيفية اشتقاق هذه المجموعة رسميًا من مركب مرجعي أو "أصلي" "parent"، على سبيل المثال، بواسطة عدد ذرات الهيدروجين التي تم إزالتها من المركب الأصلي لتوليد المجموعة، حتى لو لم يتم تخليق هذه المجموعة حرفيا بهذه الطريقة. يمكن استخدام هذه المجموعات كبدائل، أو تنسيقها، أو ربطها بذرات معدنية. على سبيل المثال، يمكن اشتقاق "مجموعة ألكيل" رسميًا عن طريق إزالة ذرة هيدروجين واحدة من ألكان. إن الكشف عن أن مجموعة استبدال أو مركب ترابطي ligand أو أي مادة كيميائية أخرى other chemical moiety قد يشكل "مجموعة" معينة يعني أنه يتم اتباع القواعد المعروفة للصيغة البنائية الكيميائية والترابط عند استخدام هذه المجموعة كما هو موصوف. عند وصف مجموعة على أنها "مشتقة بواسطة" أو "مشتقة من" أو "تم تكوينها بواسطة" أو " تم تكوينها من"، تُستخدم هذه المصطلحات بالمعنى الرسمي ولا يُقصد بها أن تعكس أي طرق أو إجراءات تركيبية محددة، ما لم يتم تحديد خلاف ذلك أو يتطلب السياق خلاف ذلك.

تم الكشف عن نطاقات رقمية مختلفة هنا. عندما يتم الكشف عن نطاق من أي نوع أو يُطلب حمايته هنا، فإن القصد من ذلك هو الكشف عن أو المطالبة بشكل فردي بحماية كل رقم ممكن بأن مثل هذا الرقم يمكن أن يشمله هذا النطاق بشكل معقول، بما في ذلك نقاط نهاية النطاق وأي نطاقات فرعية ومجموعات النطاقات الفرعية المشمولة فيه، ما لم يُنص على خلاف ذلك. كمثال توضيحي، يكشف الطلب الحالي أن الطرق الموضحة هنا قد تستخدم تركيزًا جزيئيا لفلزات القلوية في المحلول المائي في حدود من حوالي 0.01 مولار إلى حوالي 0.45 مولار في جوانب معينة. من خلال الكشف عن أن التركيز المولاري للفلز القلوي في المحلول المائي قد يكون في نطاق من حوالي 0.01 مولار إلى حوالي 0.45 مولار، فإن الهدف من ذلك هو ذكر أن التركيز قد يكون أي تركيز داخل النطاق، وعلى سبيل المثال، قد يكون يساوي حوالي 0.01 مولار، حوالي 0.05 مولار، حوالي 0.1 مولار، حوالي 0.15 مولار، حوالي 0.2 مولار، حوالي 0.25 مولار، حوالي 0.3 مولار، حوالي 0.35 مولار، حوالي 0.4 مولار، أو حوالي 0.45 مولار. بالإضافة إلى ذلك، قد يكون التركيز المولاري ضمن أي

نطاق من حوالي 0.01 متر إلى حوالي 0.45 متر (على سبيل المثال، قد يكون التركيز المولاري في حدود من حوالي 0.01 متر إلى حوالي 0.2 متر)، وهذا يتضمن أيضًا أي توليفة تتراوح بين حوالي 0.01 متر وحوالي 0.45 متر. يجب تفسير جميع النطاقات الأخرى التي تم الكشف عنها هنا بطريقة مماثلة لهذا المثال.

يعني المصطلح "حوالي" أن الكميات والأحجام والصيغ والمتغيرات والكميات والخصائص الأخرى ليست دقيقة ولا تحتاج إلى أن تكون دقيقة، ولكنها قد تكون تقريبية، بما في ذلك أن تكون أكبر أو أصغر، حسب الرغبة في ذلك، بما يعكس قيم التفاوت reflecting tolerances، عوامل التحويل conversion factors، التقريب rounding off، أخطاء القياس measurement errors، وما شابه ذلك، وغيرها من العوامل المعروفة لأصحاب المهارات في المجال. بشكل عام، تكون الكمية أو الحجم أو الصيغة أو المتغير أو أي كمية أو خاصية أخرى "بقيمة تقريبية" سواء تم ذكر ذلك صراحة أم لا. يتضمن المصطلح "حوالي" أيضًا الكميات التي تختلف بسبب ظروف التوازن المختلفة لتركيبة ناتجة عن خليط أولي معين. وسواء تم تقييدها بمصطلح "حوالي" من عدمه، تتضمن عناصر الحماية مكافئات لكميات. يمكن أن يعني المصطلح "حوالي" في حدود 10% من القيمة العددية المذكورة، ويفضل أن يكون ذلك في حدود 5% من القيمة الرقمية المذكورة.

كما هو مستخدم هنا، يشير المصطلح "هيدروكربون" إلى مركب يحتوي على ذرات الكربون والهيدروجين فقط. يمكن استخدام معرفات أخرى للإشارة إلى وجود مجموعات معينة، إن وجدت، في الهيدروكربون (على سبيل المثال، تشير الهيدروكربونات المهلجنة halogenated hydrocarbon إلى وجود ذرة هالوجين واحدة أو أكثر تحل محل عدد مكافئ من ذرات الهيدروجين في الهيدروكربون). المركب "العطري" هو مركب يحتوي على نظام رابطة مزدوجة مترابطة حلقيًا يتبع قاعدة Hückel وهي (4n+2) وتحتوي على (4n+2) إلكترونات pi-electrons pi، حيث n عبارة عن عدد صحيح من 1 إلى 5. تشتمل المركبات العطرية على "مركبات أرين arenes" (وهي مركبات عطرية هيدروكربونية، على سبيل المثال، البنزين benzene، التولوين toluene، والزيلين xylenes) و"مركبات أرين غير متجانسة heteroarenes" (وهي مركبات غير متجانسة مشتقة رسميًا من مركبات الأرين باستبدال واحد أو أكثر من ذرات ميثين (=C–) الكربون لنظام الرابطة المزدوجة المترابطة حلقيًا بذرات غير متجانسة أو ثنائية التكافؤ، بطريقة تحافظ على خاصية نظام إلكترون pi المستمر المميز لنظام عطري وعدد من إلكترونات pi خارج المسار المناظرة لقاعدة المقابلة لقاعدة Hückel وهي (4n+2). كما هو موضح هنا، يمكن استخدام المصطلح "بها استبدال" لوصف مجموعة عطرية أو أرين أو أرين غير متجانسة، حيث يحل شطر غير الهيدروجين محل ذرة هيدروجين في المركب بشكل رسمي، ويهدف إلى أن يكون غير محدود، ما لم يُنص على خلاف ذلك.

كما هو مستخدم هنا، يشير المصطلح "ألكان" إلى مركب هيدروكربوني مشبع. يمكن استخدام معرفات

أخرى للإشارة إلى وجود مجموعات معينة، إن وجدت، في الألكان (على سبيل المثال، يشير ألكان الهالوجين إلى وجود ذرة هالوجين واحدة أو أكثر تحل محل عدد مكافئ من ذرات الهيدروجين في الألكان). يستخدم المصطلح "مجموعة ألكيل" هنا وفقًا للتعريف المحدد من قِبَل IUPAC: مجموعة غير متكافئة مكونة عن طريق إزالة ذرة هيدروجين من ألكان. قد تكون مجموعة الألكين أو الألكيل خطية أو متفرعة ما لم يُنص على خلاف ذلك.

"السيكلو ألكان cycloalkane" عبارة عن هيدروكربون حلقي مشبع، مع أو بدون سلاسل جانبية، على سبيل المثال، سيكلو بيوتان cyclobutane، سيكلو بنتان cyclopentane، سيكلو هكسان cyclohexane، ميثيل سيكلو بنتان methyl cyclopentane، وميثيل سيكلو هكسان methyl cyclohexane. يمكن استخدام معرفات أخرى للإشارة إلى وجود مجموعات معينة، إن وجدت، في السيكلو ألكان (على سبيل المثال، يشير سيكلو ألكان الهالوجين halogenated cycloalkane إلى وجود ذرة هالوجين واحدة أو أكثر تحل محل عدد مكافئ من ذرات الهيدروجين في سيكلو ألكان).

يتضمن مصطلح "هالوجين" معناه المعتاد. تتضمن أمثلة لذرات الهالوجين: الفلور fluorine، الكلور chlorine، البروم bromine، واليود iodine.

يتم تعريف قيم الانتقائية المولارية كما يلي:

انتقائية البنزين: $$S_{Bz} = \frac{\dot{n}_{Bz,prod}}{\dot{n}_{conv\ C6,feed} - \dot{n}_{conv\ C6,prod}}$$ المعادلة 1

انتقائية للتولوين: $$S_{Tol} = \frac{\dot{n}_{Tol,prod}}{\dot{n}_{conv\ C7,feed} - \dot{n}_{conv\ C7,prod}}$$ المعادلة 2

البنزين + التولوين انتقائية: $$S_{Bz+Tol} = \frac{\dot{n}_{Bz,prod} + \dot{n}_{Tol,prod}}{\dot{n}_{conv\ C6,C7,feed} - \dot{n}_{conv\ C6,C7,prod}}$$ المعادلة 3

انتقائية للمركبات العطرية: $$S_{arom} = \frac{\dot{n}_{Bz,prod} + \dot{n}_{Tol,prod} + \dot{n}_{C8+\ arom,prod}}{\dot{n}_{conv\ C6-C8+,feed} - \dot{n}_{conv\ C6-C8+,prod}}$$ المعادلة 4

يتم تعريف التحويل بعدد المولات المحولة لكل مول من المكونات "القابلة للتحويل" التي يتم التغذية بها:

تحويل C6: $$X_{C6} = \frac{\dot{n}_{conv\ C6,feed} - \dot{n}_{conv\ C6,prod}}{\dot{n}_{conv\ C6,feed}}$$ المعادلة 5

تحويل C7: $$X_{C7} = \frac{\dot{n}_{conv\ C7,feed} - \dot{n}_{conv\ C7,prod}}{\dot{n}_{conv\ C7,feed}}$$ المعادلة 6

تحويل C6+C7: $$X_{C6+C7} = \frac{\dot{n}_{conv\ C6,feed} + \dot{n}_{conv\ C7,feed} - \dot{n}_{conv\ C6,prod} - \dot{n}_{conv\ C7,prod}}{\dot{n}_{conv\ C6,feed} + \dot{n}_{conv\ C7,feed}}$$ المعادلة 7

في هذه المعادلات، تشير $\dot{n}$ إلى معدل التدفق المولاري في مفاعل مستمر أو عدد المولات في

مفاعل دفعي.

على الرغم من أنه قد يتم استخدام أي طرق ومواد مماثلة أو معادلة لتلك الموصوفة هنا في ممارسة أو اختبار الاختراع، ويتم وصف الطرق والمواد النموذجية هنا.

يتم هنا تضمين جميع المنشورات وبراءات الاختراع المذكورة بالرجوع إليها لغرض الوصف والكشف، على سبيل المثال، البنيات المنشأة والطرق الموضحة في المنشورات، والتي يمكن استخدامها فيما يتعلق بالاختراع الموصوف حاليًا.

يتم الكشف هنا عن وجود محفزات محمولة ذات محتوى فلز قلوي مخصب، وطرق إنتاج هذه المحفزات، واستخدام هذه المحفزات في عمليات التحويل إلى الشكل العطري أو إعادة التشكيل.

طرق إنتاج المحفزات المحمولة

تم الكشف عن طرق مختلفة لإنتاج محفزات محمولة، مثل محفزات محمولة للتحويل إلى شكل عطري، ووصفها. قد تشتمل إحدى هذه الطرق لإنتاج محفز محمول (أو تحتوي بشكل أساسي على، أو تحتوي على):

(أ) توفير قاعدة زيوليت مرتبط؛

(ب) غسل قاعدة زيوليت مرتبط بمحلول مائي يشتمل على فلز قلوي لإنتاج مادة حاملة للزيوليت مخصبة بفلز قلوي؛ و

(ج) تشريب المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي بفلز انتقالي وهالوجين لإنتاج المحفز المحمول.

بشكل عام، يتم بشكل مستقل هنا وصف ميزات أي من الطرق التي تم الكشف عنها هنا (على سبيل المثال، مكونات الزيوليت والرابط لقاعدة الزيوليت المرتبط، الفلز الانتقالي، الهالوجين، المحلول المائي، الفلز القلوي، الظروف التي تجري فيها خطوة الغسل، والظروف التي تجري فيها خطوة التشريب، من بين أمور أخرى)، ويمكن دمج هذه الميزات في أي توليفة لوصف الطرق التي تم الكشف عنها. علاوة على ذلك، يمكن إجراء خطوات عملية أخرى قبل، أثناء و/أو بعد أي من الخطوات المدرجة في الطرق التي تم الكشف عنها، ما لم يُنص على خلاف ذلك. بالإضافة إلى ذلك، فإن المحفزات المحمولة (مثل محفزات محمولة للتحويل إلى شكل عطري) التي يتم إنتاجها وفقًا لأي من الطرق/العمليات التي تم الكشف عنها تدخل في نطاق هذا الكشف ويتم تضمينها هنا.

غالبًا ما يُشار إلى الخطوة في هذه الطرق التي تستخدم محلول مائي يحتوي على فلز قلوي بأنها خطوة غسل، في حين غالبًا ما يشار في هذه الطرق إلى الخطوة التي تستخدم فلز انتقالي وهالوجين بأنها خطوة تشريب. في خطوة الغسل، يُقصد بأي سمات تركيبية للمحلول المائي والفلز القلوي الإشارة إلى المحلول المائي الوارد والفلز القلوي، قبل ملامسة قاعدة الزيوليت المرتبط، ما لم يُنص على خلاف ذلك. وكما سيدرك أصحاب المهارة في المجال بسهولة، قد يختلف تكوين المحلول

المائي بعد ملامسة قاعدة الزيوليت المرتبط اختلافًا كبيرًا عن تكوين المحلول المائي الوارد الذي يحتوي على الفلز القلوي.

بالإشارة الآن إلى قاعدة الزيوليت المرتبط في الخطوة (أ)، يمكن استخدام أي قاعدة مناسبة من زيوليت مرتبط في طرق هذا الاختراع. قد تشتمل قاعدة الزيوليت المرتبط، نمطيًا، على أكسيد غير عضوي، وقد تتضمن الأمثلة على ذلك، على سبيل المثال لا الحصر، مركبات زيوليت متوسطة و/أو كبيرة المسام (ألومينو سيليكات aluminosilicates)، أكاسيد غير عضوية غير متبلرة، فضلا عن كخلائط منها. غالبًا ما يكون للزيوليت الكبير المسام أقطار متوسطة المسام في مدى يتراوح من حوالي 7 أنجستروم إلى حوالي 12 أنجستروم، وتتضمن الأمثلة غير المقيدة لمركبات الزيوليت كبيرة المسام : زيوليت من نوع L zeolite-L وزيوليت من نوع Y zeolite-Y وموردنيت mordenite وزيوليت من نوع أوميجا omega zeolite وزيوليت من نوع بيتا beta zeolite. غالبا ما تتضمن مركبات الزيوليت متوسطة المسام أقطار مسام متوسطة تتراوح بين حوالي 5 أنجستروم وحوالي 7 أنجستروم. قد تتضمن الأكاسيد غير العضوية غير المتبلرة، على سبيل المثال لا الحصر، أكسيد الألومنيوم aluminum oxide وأكسيد السيليكون silicon oxide وتيتانيا titania وتوليفات منها.

يشير مصطلح "الزيوليت" عمومًا إلى مجموعة معينة من الألومينو سيليكات فلزية مميهة متبلرة. تبدي مركبات الزيوليت هذه شبكة من تترا هيدرا tetrahedra SiO_4 وAlO_4 التي يتم فيها ربط ذرات الألومينيوم aluminum والسيليكون silicon تبادليا في إطار ثلاثي الأبعاد three-dimensional framework من خلال تبادل ذرات الأكسجين. في هذا الإطار، قد تكون نسبة ذرات الأكسجين إلى مجموع ذرات الألومينيوم والسيليكون تساوي 2. ويبدي الإطار تكافؤ كهربائي سالب يمكن موازنته عادةً بإدراج الكاتيونات داخل البلورة، مثل الفلزات، الفلزات القلوية، و/أو الهيدروجين.

في بعض الجوانب، قد تشتمل قاعدة الزيوليت المرتبط على زيوليت من النوع L. تكون المواد الحاملة للزيوليت من النوع L عبارة عن مجموعة فرعية من المواد الحاملة للزيوليت، والتي يمكن أن تتضمن نسب جزيئية من الأكاسيد وفقًا للصيغة: $M_{2/n}OAl_2O_3xSiO_2yH_2O$. في هذه الصيغة، يشير "M" إلى كاتيون قابل للتبادل (واحد أو أكثر) مثل الباريوم barium، الكالسيوم calcium، السيريوم cerium، الليثيوم lithium، المجنسيوم magnesium، البوتاسيوم، الصوديوم، السترونتيوم strontium، و/أو الزنك zinc، فضلا عن الكاتيونات غير الفلزية مثل الهيدرونيوم hydronium وأيونات الأمونيوم، والتي يمكن استبدالها بالكاتيونات الأخرى القابلة للتبادل دون التسبب في تغيير كبير في التركيب البلوري الأساسي للزيوليت من النوع L. تمثل "n" في الصيغة التكافؤ "M"؛ "x" هي 2 أو أكثر؛ و"y" هي عدد جزيئات الماء الموجودة في القنوات أو الفراغات المترابطة للزيوليت.

في أحد الجوانب، قد تشتمل قاعدة الزيوليت المرتبط على زيوليت من النوع L للبوتاسيوم

المرتبط، الذي يُشار إليه أيضًا باسم زيوليت K/L، بينما في جانب آخر، قد تشتمل قاعدة الزيوليت المرتبط على زيوليت من النوع L حدث له تبادل أيوني مع الباريوم. كما هو مستخدم هنا، يشير المصطلح " زيوليت من النوع K/L " إلى مركبات زيوليت من النوع L حيث يكون الكاتيون الرئيسي M المدمج في الزيوليت هو البوتاسيوم. قد يحدث لزيوليت K/L تبادل كاتيوني (على سبيل المثال، مع الباريوم) أو يتم تشريبه بفلز انتقالي وهاليد واحد أو أكثر لإنتاج فلز انتقالي مشرب أو زيوليت مرتبط بهاليد أو محفز هاليد زيوليت فلز انتقالي محمول من نوع K/L.

في قاعدة الزيوليت المرتبط، قد يرتبط الزيوليت بمصفوفة حاملة (أو رابط)، حيث يمكن أن تتضمن أمثلة غير حصرية للروابط، على سبيل المثال وليس الحصر، أكاسيد صلبة عضوية، أنواع طين، وما شابه ذلك، فضلا عن توليفات منها. قد يرتبط الزيوليت بالرابط أو مصفوفة المادة الحاملة باستخدام أي طريقة معروفة في المجال. على سبيل المثال، يمكن إنتاج قاعدة الزيوليت المرتبط في الخطوة (أ) – التي تحتوي على زيوليت ورابط – عن طريق عملية تتضمن خلط زيوليت، مثل زيوليت من نوع K/L، مع رابط، مثل السيليكا، ثم بثق الخليط extruding the mixture، ثم التجفيف والكلسنة calcining.

في بعض الجوانب، قد يشتمل الرابط على الألومينا alumina، السيليكا silica، المجنيسيا magnesia، البوريا boria، التيتانيا titania، الزركونيا zirconia أو أكسيد مختلط منها (على سبيل المثال، ألومينو سيليكات) أو خليط منها، بينما في جوانب أخرى، قد يشتمل الرابط على مونتموريلونيت montmorillonite، كاولين kaolin، أسمنت cement، أو توليفة منها. في أحد الجوانب المحددة في هذه الوثيقة، قد يشتمل الرابط على سيليكا أو ألومينا أو أكسيد مختلط منها؛ كبديل لذلك، السيليكا؛ كبديل لذلك، الألومينا؛ أو كبديل لذلك، السيليكا–الألومينا silica–alumina. بناءً على ذلك، قد تشتمل قاعدة الزيوليت المرتبط على زيوليت L مرتبط بالسيليكا silica–bound L–zeolite، مثل زيوليت Ba/L مرتبط بالسيليكا silica–bound Ba/L–zeolite، أو زيوليت K/L مرتبط بالسيليكا silica–bound K/L–zeolite.

في حين لا تقتصر على ذلك، قد تتضمن قواعد الزيوليت المرتبط هنا حوالي 3% بالوزن إلى حوالي 35% بالوزن من الرابط. على سبيل المثال، قد تتكون قاعدة الزيوليت المرتبط من حوالي 5% بالوزن إلى حوالي 30% بالوزن، أو من حوالي 10% بالوزن إلى حوالي 30% بالوزن من الرابط. تستند النسب المئوية بالوزن هذه إلى الوزن الكلي لقاعدة الزيوليت المرتبط، باستثناء فلز انتقالي وهالوجين، على سبيل المثال.

تم توضيح أمثلة توضيحية لقواعد زيوليت مرتبط واستخدامها في المحفزات المحمولة في براءات الاختراع الأمريكية رقم 5,196,631، 6,190,539، 6,406,614، 6,518,470، 6,812,180، و7,153,801، والتي يتم تضمين بياناتها هنا بالرجوع إليها بأكملها.

بالإشارة الآن إلى الخطوة (ب)، والتي يشار إليها أيضًا باسم خطوة الغسل، والتي يمكن فيها غسل قاعدة الزيوليت المرتبط بأي محلول مائي مناسب يشتمل على فلز قلوي (أو خليط من الفلزات القلوية)، مما يؤدي إلى الحصول على مادة حاملة للزيوليت مخصبة بالفلز القلوي. قد يكون الفلز القلوي في الخطوة (ب) أي عنصر من عناصر المجموعة 1 بالجدول الدوري للعناصر. على سبيل المثال، قد يتضمن الفلز القلوي (أو يتكون بشكل أساسي من أو يتكون من) البوتاسيوم أو الروبيديوم أو السيزيوم، بالإضافة إلى توليفات منها. في بعض الجوانب، قد يتضمن الفلز القلوي (أو يتكون بشكل أساسي من البوتاسيوم أو يتكون من) البوتاسيوم؛ كبديل لذلك، الروبيديوم؛ أو كبديل لذلك، السيزيوم.

قد يحتوي المحلول المائي المستخدم في خطوة الغسل على الفلز القلوي (أو الفلزات) بأي شكل مناسب، ولكن غالبًا ما يحتوي المحلول المائي على ملح الفلز القلوي. قد تتضمن الأملاح التوضيحية، على سبيل المثال لا الحصر، كلوريد chlorides، فلورايد fluorides، بروميد bromides، يوديد iodides، نترات nitrates، وما شابه ذلك، بالإضافة إلى توليفات منها. على الرغم من عدم الرغبة في الالتزام بالنظرية التالية، يُعتقد أن النترات قد تكون ضارة بسبب احتمال إنتاج أكاسيد النيتروجين أثناء المعالجة اللاحقة. وفقًا لذلك، في جوانب معينة من هذا الاختراع، قد يشتمل المحلول المائي في خطوة الغسل على ملح هاليد فلز قلوي، مثل كلوريد البوتاسيوم potassium chloride أو كلوريد الروبيديوم rubidium chloride أو كلوريد السيزيوم cesium chloride، بالإضافة إلى خلائط منها.

بالإضافة إلى الماء والفلز القلوي، قد يحتوي المحلول المائي المستخدم في خطوة الغسل على مكونات أخرى، كما يدرك أصحاب المهارات في المجال. ومع ذلك، في بعض الجوانب، قد تتضمن خطوة الغسل ملامسة قاعدة الزيوليت المرتبط بمحلول مائي يتكون بشكل أساسي من أو يتكون من ملح الفلز القلوي والماء، أو ملح الفلز القلوي وماء منزوع الأيونات. في هذه الجوانب وغيرها، قد يكون المحلول المائي المستخدم في خطوة الغسل (واختياريًا، أي خطوات في الطرق بعد الخطوة (أ)) خاليًا بشكل كبير من مركب قاعدي (على سبيل المثال، هيدروكسيد hydroxide)، و/أو خاليًا بشكل كبير من الأمونيا أو أي مركبات تحتوي على الأمونيوم، و/أو خاليًا بشكل كبير من السلفر sulfur أو أي مركبات تحتوي على السلفر. في هذه الظروف، يُقصد بالتعبير " خاليًا بشكل كبير " أنه يحتوي على أقل من 100 جزء في المليون بالوزن ppm by weight (ppmw)، بشكل مستقل، على أي من هذه المواد، وبشكل أفضل، أقل من 75 جزء في المليون بالوزن، أقل من 50 جزء في المليون بالوزن، أقل من 25 جزء في المليون بالوزن، أو أقل من 10 جزء في المليون بالوزن. لذلك، يتم الإشارة إلى أن تكون الكمية الفردية لأي من هذه المواد في المحلول المائي (أو المستخدم في أي خطوات من الطرق بعد الخطوة (أ)) في حدود من حوالي 0.1 جزء في المليون بالوزن إلى 100

جزء في المليون بالوزن، من حوالي 0.1 جزء في المليون بالوزن إلى 75 جزء في المليون بالوزن، من حوالي 1جزء في المليون بالوزن إلى 100 جزء في المليون بالوزن، من حوالي 1 جزء في المليون بالوزن إلى حوالي 75 جزء في المليون بالوزن، من حوالي 0.1 جزء في المليون بالوزن إلى حوالي 50 جزء في المليون بالوزن، من حوالي 1 جزء في المليون بالوزن إلى حوالي 50 جزء في المليون بالوزن، أو من حوالي 1 جزء واحد في المليون بالوزن إلى حوالي 25 جزء في المليون بالوزن. على الرغم من عدم الرغبة في التقيد بنظرية، يُعتقد أنه قد يكون من المفيد عدم وجود أي من هذه المواد بشكل كبير أثناء خطوة الغسل في الطرق التي تم الكشف عنها لتحضير محفز محمول، لأن هذه المواد قد تؤثر سلبًا على واحد أو أكثر من نشاط المحفز، انتقائية المحفز، عمر المحفز و/أو إلغاء تنشيط المحفز. علاوة على ذلك، على الرغم من أن ذلك غير مطلوب، فإن المحلول المائي (وأي خطوات في الطرق بعد الخطوة (أ)) قد يكون خاليًا بشكل كبير من الصوديوم أو أي مركب يحتوي على الصوديوم، أي قد يحتوي على أقل من 100 جزء في المليون بالوزن (ppmw) من الصوديوم أو المركبات التي تحتوي على الصوديوم. كما هو مذكور أعلاه، يتم الإشارة إلى أن تكون الكمية، على سبيل المثال، أقل من 75 جزء في المليون بالوزن، وأقل من 50 جزء في المليون بالوزن، وأقل من 25 جزء في المليون بالوزن، في حدود من حوالي 0.1 جزء في المليون بالوزن إلى 100 جزء في المليون بالوزن، في حدود من حوالي 0.1 جزء في المليون بالوزن، أو حوالي 75 جزء في المليون بالوزن، أو في نطاق من حوالي 1 جزء في المليون بالوزن إلى حوالي 75 جزء في المليون بالوزن وما شابه.

وبالتالي، في بعض الجوانب، لا يكون الفلز القلوي المستخدم في خطوة الغسل عبارة عن صوديوم، بل واحد أو أكثر من البوتاسيوم، الروبيديوم، و/أو السيزيوم. بالإضافة إلى ذلك أو كبديل لذلك، قد تكون الخطوة (ب) في الطرق التي تم الكشف عنها هي الخطوة الوحيدة في طريقة تحضير محفز محمول التي تستخدم فلز قلوي، على سبيل المثال، ملح فلزي قلوي.

في خطوة الغسل، لا يقتصر الرقم الهيدروجيني للمحلول المائي على أي مجموعة معينة. بشكل عام، ومع ذلك، قد يكون الرقم الهيدروجيني في النطاق 6-8، وهذا يتوقف على ملح الفلز القلوي المستخدم وتركيزه.

على الرغم من عدم التقيد بذلك، فإن كمية الفلز القلوي في المحلول المائي قد تكون في الغالب أقل من حوالي 5 مولار (مول/لتر). على سبيل المثال، قد يحتوي المحلول المائي على تركيز من الفلز القلوي أقل من حوالي 1 مولار، أقل من حوالي 0.75 مولار، أقل من حوالي 0.5 مولار، أقل من حوالي 0.3 مولار، أقل من حوالي 0.25 مولار، أو أقل من 0.2 مولار. لذلك، قد تتضمن النطاقات المناسبة لتركيز الفلز القلوي، على سبيل المثال لا الحصر، النطاقات التالية: من حوالي 0.01 مولار إلى حوالي 5 مولار، من حوالي 0.01 مولار إلى حوالي 1 مولار، من حوالي 0.01

مولار إلى حوالي 0.5 مولار، من حوالي 0.01 مولار إلى حوالي 0.45 مولار، من حوالي 0.01 مولار إلى حوالي 0.3 مولار، من حوالي 0.01 مولار إلى حوالي 0.25 مولار، من حوالي 0.01 مولار إلى حوالي 0.2 مولار، من حوالي 0.05 مولار إلى حوالي 1 مولار، من حوالي 0.05 مولار إلى حوالي 0.5 مولار، من حوالي 0.05 مولار إلى حوالي 0.45 مولار، من حوالي 0.05 مولار إلى حوالي 0.3 مولار، من حوالي 0.05 مولار إلى حوالي 0.25 مولار، أو من حوالي 0.05 مولار إلى حوالي 0.2 مولار، وما شابه ذلك.

بشكل غير متوقع، وُجد أن انخفاض تركيز السيزيوم في خطوة الغسل قد يكون مفيدًا في تحسين نشاط المحفز والانتقائية. في هذه الجوانب، قد ينخفض تركيز السيزيوم (أو ملح السيزيوم) في المحلول المائي من حوالي 0.01 مولار إلى حوالي 0.25 مولار، من حوالي 0.01 مولار إلى حوالي 0.2 مولار، من حوالي 0.01 مولار إلى حوالي 0.15 مولار، من حوالي 0.025 مولار إلى حوالي 0.25 مولار، من حوالي 0.025 مولار إلى حوالي 0.2 مولار، من حوالي 0.025 مولار إلى حوالي 0.15 مولار، من حوالي 0.05 مولار إلى حوالي 0.25 مولار، أو من حوالي 0.05 مولار إلى حوالي 0.2 مولار.

بشكل غير متوقع أيضًا، وُجد أن تركيزات البوتاسيوم الأعلى قليلًا في خطوة الغسل قد تكون مفيدة في تحسين نشاط المحفز والانتقائية. في هذه الجوانب، قد يقع تركيز البوتاسيوم (أو ملح البوتاسيوم) في المحلول المائي في حدود من حوالي 0.1 مولار إلى حوالي 0.45 مولار، من حوالي 0.15 مولار إلى حوالي 0.45 مولار، من حوالي 0.15 مولار إلى حوالي 0.35 مولار، من حوالي 0.15 مولار إلى حوالي 0.3 مولار، من حوالي 0.2 مولار إلى حوالي 0.45 مولار، من حوالي 0.2 مولار إلى حوالي 0.35 مولار، أو من حوالي 0.2 مولار إلى حوالي 0.3 مولار.

يمكن إجراء خطوة الغسل التي تحتوي على الفلز القلوي في درجات حرارة مختلفة وفترات زمنية. على سبيل المثال، يمكن إجراء خطوة الغسل عند درجة حرارة الغسل في نطاق من حوالي 15 درجة مئوية إلى حوالي 95 درجة مئوية؛ كبديل لذلك، من حوالي 15 درجة مئوية إلى حوالي 80 درجة مئوية؛ كبديل لذلك، من حوالي 15 درجة مئوية إلى حوالي 70 درجة مئوية؛ كبديل لذلك، من حوالي 15 درجة مئوية إلى حوالي 65 درجة مئوية؛ كبديل لذلك، من حوالي 20 درجة مئوية إلى حوالي 95 درجة مئوية؛ كبديل لذلك، من حوالي 20 درجة مئوية إلى حوالي 80 درجة مئوية؛ كبديل لذلك، من حوالي 20 درجة مئوية إلى حوالي 70 درجة مئوية؛ كبديل لذلك، من حوالي 20 درجة مئوية إلى حوالي 50 درجة مئوية؛ كبديل لذلك، من حوالي 30 درجة مئوية إلى حوالي 80 درجة مئوية؛ كبديل لذلك، من حوالي 30 درجة مئوية إلى حوالي 70 درجة مئوية؛ كبديل لذلك، من حوالي 30 درجة مئوية إلى حوالي 50 درجة مئوية؛ كبديل لذلك، من حوالي 25 درجة مئوية إلى حوالي 55 درجة مئوية؛ أو كبديل لذلك، من حوالي 30 درجة مئوية إلى حوالي 45 درجة مئوية. في

هذه الجوانب وغيرها، تهدف نطاقات درجات الحرارة هذه أيضًا إلى تضمين الظروف التي تتم فيها خطوة الغسل في سلسلة من درجات الحرارة المختلفة، بدلًا من درجة حرارة ثابتة واحدة، والتي تقع ضمن النطاقات المعنية.

يمكن إجراء خطوة الغسل التي تحتوي على الفلز القلوي عن طريق إجراء أكثر من دورة غسل تحتوي على الفلز القلوي، مثل من 1 إلى 4 دورات غسل، من 2 إلى 8 دورات غسل، أو من 2 إلى 4 دورات غسل. بالتالي، على سبيل المثال، قد تتكون خطوة الغسل من 1 إلى 4 دورات غسل، من 2 إلى 8 دورات غسل، أو من 2 إلى 4 دورات غسل، بحيث تتراوح مدة كل دورة غسل، بشكل مستقل، من حوالي دقيقة واحدة إلى حوالي 6 ساعات، من حوالي 5 دقائق إلى حوالي ساعتين، من حوالي 10 دقائق إلى حوالي 45 دقيقة، أو من حوالي 10 دقائق إلى حوالي 30 دقيقة، وهكذا.

إن مدة دورة الغسل الواحدة التي تحتوي على الفلز القلوي لا تقتصر على أي فترة زمنية محددة. وبالتالي، يمكن إجراء دورة الغسل، على سبيل المثال، في فترة زمنية تتراوح من 1–5 دقائق إلى ما يصل إلى 2–4 ساعات، 6–8 ساعات، أو أكثر. قد يعتمد زمن دورة الغسل المناسب، على سبيل المثال، على درجة حرارة الغسل وكمية الفلز القلوي في المحلول المائي وعدد دورات الغسل، من بين متغيرات أخرى. ومع ذلك، بشكل عام، يمكن إجراء خطوة دورة الغسل في فترة زمنية قد تتراوح بين حوالي دقيقة واحدة وحوالي 6 ساعات، على سبيل المثال، من حوالي دقيقة واحدة إلى حوالي ساعتين، من حوالي 5 دقائق إلى حوالي ساعتين، من حوالي 5 دقائق إلى حوالي ساعة واحدة، من حوالي 10 دقائق إلى حوالي ساعة واحدة، من حوالي 5 دقائق إلى حوالي 45 دقيقة، من حوالي 10 دقائق إلى حوالي 45 دقيقة، أو من حوالي 10 دقائق إلى حوالي 30 دقيقة.

بشكل عام، تتسم كمية المحلول المائي – المحتوي على الفلز القلوي – المستخدمة في خطوة الغسل (أو في كل دورة غسل) بالنسبة إلى كمية قاعدة الزيوليت المرتبط بأنها غير محدودة بشكل خاص. في أحد الجوانب، على سبيل المثال، قد تقع نسبة وزن المحلول المائي إلى وزن قاعدة الزيوليت المرتبط في نطاق من حوالي 0.4: 1 إلى حوالي 50: 1، أو من حوالي 0.5: 1 إلى حوالي 25: 1. في جانب آخر، قد تتراوح نسبة وزن المحلول المائي إلى وزن قاعدة الزيوليت المرتبط من حوالي 0.4: 1 إلى حوالي 10: 1، أو من حوالي 0.5: 1 إلى حوالي 10: 1. في جانب آخر، قد تتراوح نسبة وزن المحلول المائي إلى وزن قاعدة الزيوليت المرتبط من حوالي 0.5: 1 إلى حوالي 8: 1، أو من حوالي 0.5: 1 إلى حوالي 5: 1. في جانب آخر، قد تتراوح نسبة وزن المحلول المائي إلى وزن قاعدة الزيوليت المرتبط من حوالي 1: 1 إلى حوالي 15: 1، أو من حوالي 1: 1 إلى حوالي 5: 1.

يمكن إجراء خطوة الغسل التي تحتوي على الفلز القلوي باستخدام أي تقنية أو معدات مناسبة. على سبيل المثال، يمكن وضع قاعدة الزيوليت المرتبط في وعاء أو خزان، ثم يتم ملؤها بما يكفي

من المحلول المائي الذي يحتوي على الفلز القلوي لتتجاوز مستوى قاعدة الزيوليت المرتبط في الوعاء أو الخزان. اختياريًا، يمكن توفير التقليب في الوعاء والخزان لزيادة الاتصال بين قاعدة الزيوليت المرتبط والفلز القلوي داخل المحلول المائي. كبديل لذلك، يمكن وضع قاعدة الزيوليت المرتبط في ترتيبة طبقة ثابتة أو معبأة، ويمكن ملامسة المحلول المائي الذي يحتوي على الفلز القلوي بالزيوليت المرتبط عن طريق تدفق المحلول المائي عبر طبقة قاعدة الزيوليت المرتبط. كما هو معروف من قِبَل ذوي المهارة في المجال، قد يتم استخدام التقنيات والمعدات المناسبة الأخرى لخطوة الغسل، وهذه التقنيات والمعدات متضمنة هنا.

على الرغم من أن الأمر غير مطلوب، إلا أنه قد يتم إكمال خطوة الغسل عن طريق إجراء دورة غسل واحدة أو أكثر دون استخدام الفلز القلوي، مثل دورات الغسل من 1 إلى 4 دورات. قد تكون ظروف الغسل هي نفسها الموضحة هنا لخطوات الغسل باستخدام فلز قلوي.

في الخطوة (ب) من طرق إنتاج محفز محمول التي تم الكشف عنها هنا، يمكن غسل قاعدة الزيوليت المرتبط بمحلول مائي يشتمل على فلز قلوي لإنتاج مادة حاملة للزيوليت "مخصبة" بفلز قلوي. في الواقع، قد تخصب خطوة الغسل قاعدة الزيوليت المرتبط بأي كمية مناسبة أو مطلوبة من الفلز القلوي، حيث تكون كمية التخصيب هي الفرق في كمية الفلز القلوي في المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي مقابل كمية الفلز القلوي في قاعدة الزيوليت المرتبط. على الرغم من عدم التقيد بذلك، فإن خطوة الغسل قد تخصب قاعدة الزيوليت المرتبط بكمية تتراوح من حوالي 0.03 مول إلى حوالي 1.5 مول من الفلز القلوي لكل كيلو جرام من قاعدة الزيوليت المرتبط (أو لكل كيلو جرام من المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي)؛ كبديل لذلك، من حوالي 0.03 مول إلى حوالي 1 مول من الفلز القلوي لكل كيلو جرام من قاعدة الزيوليت المرتبط (أو لكل كيلو جرام من المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي)؛ كبديل لذلك، من حوالي 0.03 مول إلى حوالي 0.7 مول من الفلز القلوي لكل كيلو جرام من قاعدة الزيوليت المرتبط (أو لكل كيلو جرام من المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي)؛ كبديل لذلك، من حوالي 0.05 مول إلى حوالي 1 مول من الفلز القلوي لكل كيلو جرام من قاعدة الزيوليت المرتبط (أو لكل كيلو جرام من المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي)؛ كبديل لذلك، من حوالي 0.1 مول إلى حوالي 1.2 مول من الفلز القلوي لكل كيلو جرام من قاعدة الزيوليت المرتبط (أو لكل كيلو جرام من المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي)؛ كبديل لذلك، من حوالي 0.1 مول إلى حوالي 0.9 مول من الفلز القلوي لكل كيلو جرام من قاعدة الزيوليت المرتبط (أو لكل كيلو جرام من المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي)؛ كبديل لذلك، من حوالي 0.2 مول إلى حوالي 0.8 مول من الفلز القلوي لكل كيلو جرام من قاعدة الزيوليت المرتبط (أو لكل كيلو جرام من المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي)؛ أو كبديل لذلك، من حوالي 0.3 مول إلى حوالي 0.7 مول من الفلز القلوي لكل كيلو جرام من قاعدة

الزيوليت المرتبط (أو لكل كيلو جرام من المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي). على سبيل المثال، يمكن غسل قاعدة زيوليت مرتبط (لا تحتوي على السيزيوم) بمحلول مائي يحتوي على ملح السيزيوم (في دورة الغسل أو أكثر في أي درجة حرارة، وقت الغسل، والكمية النسبية للمحلول المائي الذي تم الكشف عنه هنا) لإنتاج مادة حاملة للزيوليت مخصبة بالسيزيوم تحتوي على حوالي 0.5 مول من السيزيوم لكل كيلو جرام من قاعدة الزيوليت المرتبط (أو حوالي 0.5 مول من مادة السيزيوم لكل كيلو جرام من مادة مخصبة السيزيوم مادة حاملة للزيوليت). كمثال آخر، قد يتم غسل قاعدة زيوليت مرتبط (مثل الزيوليت K/L المرتبط الذي يحتوي على حوالي 3 مولات من البوتاسيوم لكل كيلو جرام من الزيوليت K/L المرتبط) بمحلول مائي يحتوي على ملح بوتاسيوم (في واحدة أو أكثر من دورات الغسل التي يتم تنفيذها في أي درجة حرارة ووقت غسل وكمية نسبية من المحلول المائي الذي تم الكشف عنه هنا) لإنتاج مادة حاملة للزيوليت مخصبة بالبوتاسيوم تحتوي على حوالي 3.1 مول من البوتاسيوم لكل كيلو جرام من الزيوليت K/L المرتبط (أو حوالي 3.1 مول لكل كيلو جرام من المادة الحاملة للزيوليت K/L المخصب بالبوتاسيوم).

كما سيدرك أصحاب المهارات في المجال بسهولة، يمكن تحقيق تخصيب الفلز القلوي بسبب دمج فلز قلوي أثناء غسل قاعدة الزيوليت المرتبط بتوليفات مختلفة من الشروط التي يمكن استخدامها في الخطوة (ب). بمجرد اختيار مستوى مرغوب من تخصيب الفلز القلوي، يمكن تحقيق هذه النتيجة من خلال العديد من التوليفات المختلفة لعدد دورات الغسل، وقت الغسل، درجة حرارة الغسل، التركيز المولاري للفلز القلوي في المحلول المائي، الكمية النسبية للمحلول المائي المستخدم بناءً على وزن قاعدة الزيوليت المرتبط، وهكذا.

بالإضافة إلى انتاج مادة حاملة للزيوليت مخصبة بالفلز القلوي خلال خطوة الغسل، يمكن أن يتم تخفيض مستوى الصوديوم، على افتراض أن قاعدة الزيوليت المرتبط، وليس المحلول المائي، تحتوي على الصوديوم. في هذه الظروف، قد تحتوي المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي الناتجة على أقل من حوالي 0.35% بالوزن الصوديوم، أو أقل من حوالي 0.3% بالوزن صوديوم، بناءً على وزن المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي. في بعض الجوانب، قد تتراوح كمية الصوديوم في المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي من حوالي 0.03% بالوزن إلى حوالي 0.35% بالوزن، من حوالي 0.05% بالوزن إلى حوالي 0.3% بالوزن، من حوالي 0.01% بالوزن إلى حوالي 0.25% بالوزن، أو من حوالي 0.03% بالوزن إلى حوالي 0.2% بالوزن من الصوديوم، بناءً على إجمالي وزن المادة حاملة للزيوليت.

بمجرد أن يتم إنتاج المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي في الخطوة (ب)، يمكن، اختياريًا، تجفيف و/أو كلسنة المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي قبل إلى الخطوة (ج). إذا تم إجراء كل من التجفيف والكلسنة، عادةً ما يتم تجفيف المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز

القلوي ثم كلسنتها.

إذا تم تنفيذ خطوة التجفيف، عادة ما تتضمن خطوة التجفيف ملامسة المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي بتيار غاز تجفيف يشتمل على (أو تتكون أساسا من، أو يتكون من) غاز خامل (مثل النيتروجين nitrogen)، الأكسجين oxygen، الهواء، أو أي خليط أو توليفة منها؛ كبديل لذلك، النيتروجين؛ كبديل لذلك، الهيليوم helium؛ كبديل لذلك، النيون neon؛ كبديل لذلك، الأرجون argon؛ كبديل لذلك، الأكسجين؛ أو كبديل لذلك، الهواء. على الرغم من عدم التقيد بذلك، يمكن إجراء خطوة التجفيف عمومًا عند درجة حرارة تجفيف في نطاق يتراوح من حوالي 80 درجة مئوية إلى حوالي 200 درجة مئوية؛ كبديل لذلك، من حوالي 100 درجة مئوية إلى حوالي 200 درجة مئوية؛ كبديل لذلك، من حوالي 85 درجة مئوية إلى حوالي 175 درجة مئوية؛ أو كبديل لذلك، من حوالي 100 درجة مئوية إلى حوالي 150 درجة مئوية. في هذه وغيرها من الجوانب، الهدف أن تتضمن نطاقات درجة الحرارة هذه أيضًا الحالات التي تتم في خطوة التجفيف في سلسلة من درجات الحرارة المختلفة، بدلا من عند درجة حرارة ثابتة واحدة، والتي تقع ضمن النطاقات المعنية.

لا تقتصر مدة خطوة التجفيف على أي فترة زمنية محددة. عادة، يمكن إجراء خطوة التجفيف في فترة زمنية تتراوح من اقل من 30 دقيقة إلى ما يصل إلى 8 ساعات (أو أكثر)، ولكن بشكل أكثر تقليدية، يمكن إجراء خطوة التجفيف في الفترة الزمنية التي قد تكون في نطاق يتراوح من حوالي 1 ساعة إلى حوالي 8 ساعات، على سبيل المثال، من حوالي 1 ساعة إلى حوالي 7 ساعات، من حوالي 1 ساعة إلى حوالي 6 ساعات، من حوالي 2 ساعة إلى حوالي 7 ساعات، أو من حوالي 2 ساعة إلى حوالي 6 ساعات.

إذا تم تنفيذ خطوة الكلسنة، فقد تتم خطوة الكلسنة في مجموعة متنوعة من درجات الحرارة والفترات الزمنية. كثيرا ما تقع درجات حرارة الكلسنة القصوى النموذجية في نطاق يتراوح من حوالي 315 درجة مئوية إلى حوالي 600 درجة مئوية، مثل من حوالي 375 درجة مئوية إلى حوالي 600 درجة مئوية، من حوالي 400 درجة مئوية إلى حوالي 550 درجة مئوية، أو من حوالي 425 درجة مئوية إلى حوالي 500 درجة مئوية. في هذه وغيرها من الجوانب، الهدف أن تتضمن نطاقات درجات الحرارة هذه أيضًا الحالات التي يتم فيها تنفيذ خطوة الكلسنة في سلسلة من درجات الحرارة المختلفة (على سبيل المثال، درجة حرارة الكلسنة الأولية، وأقصى درجة حرارة كلسنة)، بدلا من عند درجة حرارة ثابتة واحدة، حيث تقع داخل النطاقات المعنية. على سبيل المثال، قد تبدأ خطوة الكلسنة عند درجة حرارة أولية وهي نفس درجة حرارة التجفيف في خطوة التجفيف. وفي وقت لاحق، يمكن زيادة درجة حرارة الكلسنة مع مرور الوقت إلى درجة حرارة الكلسنة القصوى، على سبيل المثال، في نطاق من حوالي 375 درجة مئوية إلى حوالي 600 درجة مئوية.

إن مدة خطوة الكلسنة لا تقتصر على أي فترة زمنية محددة. وبالتالي، يمكن إجراء خطوة

الكلسنة، على سبيل المثال، في فترة زمنية تتراوح ما بين 30 إلى 45 دقيقة إلى ما بين 10-12 ساعة أو أكثر. قد يعتمد وقت الكلسنة المناسب، على سبيل المثال، على درجة حرارة الكلسنة الأولي/القصوى وما إذا كان يتم استخدام خطوة التجفيف، من بين متغيرات أخرى. بشكل عام، ومع ذلك، يمكن إجراء خطوة الكلسنة في فترة زمنية قد تتراوح بين حوالي 45 دقيقة إلى حوالي 12 ساعة، على سبيل المثال، من حوالي ساعة إلى حوالي 12 ساعة، من حوالي ساعة إلى حوالي 10 ساعات، من حوالي ساعة إلى حوالي 5 ساعات، أو من حوالي ساعة إلى حوالي 3 ساعات.

يمكن إجراء خطوة الكلسنة في تيار غاز الكلسنة الذي يتضمن (أو يتكون بشكل أساسي من، أو يتكون من) غاز خامل (مثل النيتروجين)، أو الأكسجين، أو الهواء، أو أي خليط أو توليفة منها. في بعض الجوانب، قد يشتمل تيار غاز الكلسنة على هواء، بينما في جوانب أخرى، قد يشتمل تيار غاز الكلسنة على خليط من الهواء والنيتروجين. ومع ذلك، في جوانب معينة، قد يكون تيار الغاز المحمص غازًا خاملًا، مثل النيتروجين و/أو الأرجون.

بالإشارة الآن إلى الخطوة (ج) من طريقة إنتاج محفز محمول، قد يتم تشريب المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي باستخدام فلز انتقالي وهالوجين لإنتاج المحفز المحمول. قد تشتمل الأمثلة غير الحصرية للفلز الانتقالي المناسب على الحديد iron والكوبالت cobalt والنيكل nickel والروثينيوم ruthenium والروديوم rhodium والبلاديوم palladium والأسميوم osmium والإيريديوم iridium والبلاتينيوم platinum والذهب gold والفضة silver والنحاس copper وما شابه، أو توليفة من اثنين أو أكثر من الفلزات الانتقالية. في أحد الجوانب، قد يشتمل الفلز الانتقالي على فلز انتقالي من المجموعة 8-11 أو فلز انتقالي من المجموعة 8-10 (واحد أو أكثر) بينما في جانب آخر، قد يشتمل الفلز الانتقالي على بلاتينيوم (Pt). في جانب آخر، يتم تشريب المادة الخاصة بالزيوليت المخصبة بالفلز القلوي بفلز انتقالي واحد فحسب، ويكون الفلز الانتقالي عبارة عن بلاتينيوم.

يمكن إضافة الفلز الانتقالي إلى المادة الحاملة للزيوليت بأي طريقة أو تقنية مناسبة معروفة لأولئك المهرة في المجال الذي ينتج عنه مشتت مناسب للفلز الانتقالي على المادة الحاملة. تتضمن إحدى هذه الطرق خلط المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي مع مركب يحتوي على فلز انتقالي، حيث يمكن أن يوجد المركب المحتوي على فلز انتقالي في محلول لأي مذيب مناسب، مثل الماء. تتضمن الأمثلة التوضيحية وغير المقيدة للمركبات المحتوية على فلز انتقالي والتي تكون مناسبة للاستخدام في تشريب المادة الحاملة للزيوليت بالبلاتينيوم، على سبيل المثال لا الحصر، كلوريد تترا الأمين بلاتينيوم (II) tetraamineplatinum(II) chloride، نترات تترا الأمين بلاتينيوم (II) tetraamineplatinum(II) nitrate، أسيتيل أسيتونات بلاتينيوم (II) platinum(II) acetylacetonate، كلوريد البلاتينيوم (II) platinum(II) chloride، تترا كلورو بلاتينات أمونيوم

ammonium tetrachloroplatinate(II) (II)، حمض كلوروبلاتينيك chloroplatinic acid، نترات البلاتينيوم platinum (II) nitrate (II) وما شابه ذلك، فضلا عن خلائط أو توليفات منها.

في جانب واحد، قد يتكون المحفز المحمول من حوالي 0.1% بالوزن إلى حوالي 10% بالوزن من فلز انتقالي. في جانب آخر، قد يتكون المحفز المحمول من حوالي 0.2% بالوزن إلى حوالي 5% بالوزن من فلز انتقالي. في جانب آخر، قد يتكون المحفز المحمول من حوالي 0.3% بالوزن إلى حوالي 3% بالوزن من فلز انتقالي، أو من حوالي 0.3% بالوزن إلى حوالي 2% بالوزن من فلز انتقالي. تستند النسب المئوية للوزن على إجمالي وزن المحفز المحمول.

في الحالات التي يشتمل فيها الفلز الانتقالي على البلاتينيوم، قد يتكون المحفز المحمول من حوالي 0.1% بالوزن إلى حوالي 10% بالوزن من البلاتينيوم؛ كبديل لذلك، من حوالي 0.2% بالوزن إلى حوالي 5% بالوزن من البلاتينيوم؛ كبديل لذلك، من حوالي 0.3% بالوزن إلى حوالي 3% بالوزن من البلاتينيوم؛ أو كبديل لذلك، من حوالي 0.3% بالوزن إلى حوالي 2% بالوزن من البلاتينيوم. في جانب معين يتم الإشارة إليه هنا، قد يتضمن المحفز المحمول بلاتينيوم على الزيوليت K/L المرتبط الذي تم تخصيبه بفلز قلوي.

بالإضافة إلى تشريب المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي بفلز انتقالي، مثل البلاتينيوم، قد يتم تشريب المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي بهالوجين لإنتاج المحفز المحمول. عادة، يشتمل الهالوجين على الكلور و/أو الفلور. وبالتالي، يمكن استخدام الكلور أو الفلور منفردين، أو يمكن استخدام كل من الكلور والفلور. يمكن إضافة الهالوجين (واحد أو أكثر) إلى المادة الحاملة للزيوليت قبل، أثناء و/أو بعد إضافة الفلز الانتقالي.

يمكن إضافة الهالوجين (الهالوجين) إلى المادة الحاملة للزيوليت بأي طريقة مناسبة أو تقنية معروفة لأولئك المهرة في المجال. تتضمن إحدى هذه الطرق ملامسة أو خلط المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي مع مركب يحتوي على الكلور و/أو مركب يحتوي على الفلور، وبأي ترتيب أو تسلسل. في أحد الجوانب، يمكن خلط المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي بمحلول مركب يحتوي على الكلور و/أو مركب يحتوي على الفلور في أي مذيب مناسب. ومن الأمثلة التوضيحية وغير الحصرية للمركبات المحتوية على الكلور حمض الهيدروكلوريك hydrochloric acid، تترا كلوريد الكربون carbon tetrachloride، تترا كلوريد الإيثيلين tetrachloroethylene، كلورو بنزين chlorobenzene، كلوريد الميثيل methyl chloride، كلوريد الميثيلين methylene chloride، الكلوروفورم chloroform، كلوريد الأليل allyl chloride، تراي كلورو إيثيلين trichloroethylene، كلور أمين chloramine، أكسيد كلور chlorine oxide، حمض كلور chlorine acid، ثاني أكسيد الكلور chlorine dioxide، مونو أكسيد داي كلور dichlorine monoxide، هبتوكسيد داي كلور dichlorine heptoxide، حمض

كلوريك chloric acid، حمض فوق كلوريك perchloric acid، كلوريد الأمونيوم ammonium chloride، كلوريد تترا ميثيل الأمونيوم tetramethylammonium chloride، كلوريد تترا إيثيل الأمونيوم tetraethylammonium chloride، كلوريد تترا بروبيل الأمونيوم tetrapropylammonium chloride، كلوريد تترا بيوتيل الأمونيوم tetrabutylammonium chloride، كلوريد ميثيل تراي إيثيل أمونيوم methyltriethylammonium chloride. من الأمثلة التوضيحية وغير الحصرية للمركبات المحتوية على الفلور: حمض هيدروفلوريك hydrofluoric acid، 2، 2، 2 - تراي فلورو إيثانول 2,2,2-trifluoroethanol، تترا فلورو إيثانول tetrafluoroethylene، تترا كلوريد الكربون carbon tetrafluoride، تراي فلوريد الكربون carbon trifluoride، فلورو ميثان fluoromethane، هبتا فلورو بروبان heptafluoropropane، ديكا فلورو بيوتان decafluorobutane، هكسا فلورو أيزو بروبانول hexafluoroisopropanol، تترا فلورو بروبانول tetrafluoropropanol، بنتا فلورو بروبانول pentafluoropropanol، هكسا فلورو فينيل بروبانول hexafluorophenylpropanol، كحول فوق فلورو بيوتيل perfluorobutyl alcohol، هكسا فلورو 2-بروبانول 2-hexafluor-propanol، بنتا فلورو -1-بروبانول pentafluoro-1-propanol، تترا فلورو-1-بروبانول tetrafluoro-1-propanol، 1، 1، 1، 3، 3، 3-هيكسافلورو-2-بروبانول 1,1,1,3,3,3-hexafluoro-2-propanol، 2، 2، 3، 3، 3 بنتا فلورو-1-بروبانول 2,2,3,3,3-pentafluoro-1-propanol، فلوريد الأمونيوم ammonium fluoride، فلوريد تترا ميثيل الأمونيوم tetramethylammonium fluoride، فلوريد تترا إيثيل الأمونيوم tetraethylammonium fluoride، فلوريد تترا بروبيل الأمونيوم tetrapropylammonium fluoride، فلوريد تترا بيوتيل الأمونيوم tetrabutylammonium fluoride، فلوريد ميثيل إيثيل الأمونيوم methyltriethylammonium fluoride، وما شابه ذلك، فضلا عن توليفات منها.

في جانب آخر، قد يتم تشريب المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي باستخدام الهالوجين (الهالوجين) في مرحلة البخار. على سبيل المثال، يمكن ملامسة المادة الحاملة للزيوليت بتيار يحتوي على الكلور يتضمن مركب يحتوي على الكلور و/أو تيار يحتوي على الفلور يتضمن مركب يحتوي على الفلور، وبأي ترتيب أو تسلسل. تشتمل المركبات المناسبة المحتوية على الكلور والمركبات المحتوية على الفلور على تلك المذكورة أعلاه، بالإضافة إلى غاز الكلور chlorine (Cl_2) وغاز الفلور fluorine (F_2).

غالبًا ما تقع كمية الكلور (Cl)، إن وُجدت، بناءً على إجمالي وزن المحفز المحمول، في نطاق يتراوح من حوالي 0.05% بالوزن إلى حوالي 5% بالوزن، من حوالي 0.1% بالوزن إلى حوالي 1.5% بالوزن، من حوالي 0.2% بالوزن إلى حوالي 1% بالوزن، أو من حوالي 0.5% بالوزن إلى

حوالي 1.5% بالوزن من الكلور. وبالمثل، غالبًا ما تقع كمية الفلور (F)، إن وُجدت، بناءً على إجمالي وزن المحفز المحمول، في نطاق يتراوح من حوالي 0.05% بالوزن إلى حوالي 5% بالوزن، من حوالي 0.1% بالوزن إلى حوالي 1.5% بالوزن، من حوالي 0.2% بالوزن إلى حوالي 1% بالوزن، أو من حوالي 0.5% بالوزن إلى حوالي 1.5% بالوزن من الفلور.

بمجرد إنتاج المحفز المحمول في الخطوة (ج)، اختياريًا، قد يتم تجفيف و/أو كلسنة المحفز المحمول. إذا تم إجراء كل من التجفيف والكلسنة، عادةً ما يتم تجفيف المحفز المحمول ثم كلسنته. يمكن استخدام أي درجات حرارة، وقيم ضغط، وفترات زمنية، وأجواء مناسبة في خطوات التجفيف والكلسنة. في بعض الجوانب، قد يتم تنفيذ خطوة التجفيف للمحفز المحمول بشكل مشابه لخطوة تجفيف المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي الموصوفة هنا أعلاه (على سبيل المثال، درجات الحرارة، نطاقات المرات، الأجواء الخاملة أو المؤكسدة، وما إلى ذلك). في بعض الجوانب، قد يتم تنفيذ خطوة التجفيف عند أي ضغط مناسب في الغلاف الجوي، مثل أقل من 16665,3 باسكال (125 تور) أو أقل من 13332,2 باسكال (100 تور) أو أقل من 6666,12 باسكال (50 تور).

قد يتم كلسنة المحفز المحمول في الخطوة (ج). إذا تم تنفيذ خطوة الكلسنة، فقد تتم خطوة الكلسنة في مجموعة متنوعة من درجات الحرارة والفترات الزمنية. غالبًا ما تقع درجات حرارة الكلسنة القصوى النموذجية في نطاق من حوالي 175 درجة مئوية إلى حوالي 450 درجة مئوية، مثل من حوالي 200 درجة مئوية إلى حوالي 400 درجة مئوية، من حوالي 225 درجة مئوية إلى حوالي 350 درجة مئوية، أو من حوالي 250 درجة مئوية إلى حوالي 300 درجة مئوية. في هذه الجوانب وغيرها، تهدف نطاقات درجات الحرارة هذه أيضًا إلى تضمين الظروف التي تتم فيها خطوة الكلسنة في سلسلة من درجات الحرارة المختلفة (على سبيل المثال، درجة حرارة الكلسنة الأولية، درجة حرارة الكلسنة القصوى)، بدلًا من درجة حرارة ثابتة واحدة، والتي تقع داخل النطاقات المعنية. على سبيل المثال، قد تبدأ خطوة الكلسنة عند درجة حرارة أولية وهي نفس درجة حرارة التجفيف في خطوة التجفيف. بعد ذلك، يمكن زيادة درجة حرارة الكلسنة بمرور الوقت إلى درجة حرارة الكلسنة القصوى، على سبيل المثال، في نطاق من حوالي 375 درجة مئوية إلى حوالي 600 درجة مئوية.

لا تقتصر مدة خطوة الكلسنة على أي فترة زمنية محددة. وبالتالي، يمكن إجراء خطوة الكلسنة، على سبيل المثال، في فترة زمنية تتراوح ما بين 30 إلى 45 دقيقة إلى ما بين 10-12 ساعة أو أكثر. قد يعتمد وقت الكلسنة المناسب، على سبيل المثال، على درجة حرارة الكلسنة الأولية/القصوى وما إذا كان يتم استخدام خطوة تجفيف، من بين متغيرات أخرى. ومع ذلك، بشكل عام، يمكن إجراء خطوة الكلسنة في فترة زمنية قد تتراوح من حوالي 45 دقيقة إلى حوالي 12 ساعة، على سبيل المثال، من حوالي ساعة إلى حوالي 12 ساعة، من حوالي ساعة إلى حوالي 10 ساعات،

من حوالي ساعة إلى حوالي 5 ساعات، أو من حوالي ساعة إلى حوالي 3 ساعات.

يمكن إجراء خطوة الكلسنة في تيار غاز الكلسنة الذي يتضمن (أو يتكون بشكل أساسي من، أو يتكون من) غاز خامل (مثل النيتروجين)، أو الأكسجين، أو الهواء، أو أي خليط أو توليفة من ذلك. في بعض الجوانب، قد يشتمل تيار غاز الكلسنة على هواء، بينما في جوانب أخرى، قد يشتمل تيار غاز الكلسنة على خليط من الهواء والنيتروجين. ومع ذلك، في جوانب معينة، قد يكون تيار غاز الكلسنة غازًا خاملًا، مثل النيتروجين و/أو الأرجون.

قد تتضمن طرق تحضير محفز محمول التي تم الكشف عنها هنا خطوة اختزال بعد الخطوة (ج). قد تشتمل خطوة الاختزال هذه على ملامسة المحفز المحمول بتيار غاز مختزل يشتمل على الهيدروجين. غالبًا ما يشتمل تيار الغاز المختزل على هيدروجين جزيئي، إما بمفرده أو مع غاز خامل، مثل الهيليوم والنيون والأرجون والنيتروجين وما شابه ذلك، ويتضمن ذلك توليفة من اثنين أو أكثر من هذه الغازات الخاملة. في بعض الجوانب، قد يتضمن تيار الغاز المختزل (أو يتكون بشكل أساسي من، أو يتكون من) الهيدروجين والنيتروجين الجزيئي. علاوة على ذلك، قد يكون الهيدروجين الجزيئي هو المكون الرئيسي لتيار الغاز المختزل (أكبر من 50% بالمول)، بينما في جوانب أخرى، قد يكون الهيدروجين الجزيئي مكونًا ثانويًا (بين 5-35% بالمول).

يمكن إجراء خطوة الاختزال في مجموعة متنوعة من درجات الحرارة والفترات الزمنية. على سبيل المثال، يمكن إجراء خطوة الاختزال عند درجة حرارة منخفضة في نطاق من حوالي 100 درجة مئوية إلى حوالي 700 درجة مئوية؛ كبديل لذلك، من حوالي 200 درجة مئوية إلى حوالي 600 درجة مئوية؛ كبديل لذلك، من حوالي 200 درجة مئوية إلى حوالي 575 درجة مئوية؛ كبديل لذلك، من حوالي 350 درجة مئوية إلى حوالي 575 درجة مئوية؛ كبديل لذلك، من حوالي 400 درجة مئوية إلى حوالي 550 درجة مئوية؛ أو كبديل لذلك، من حوالي 450 درجة مئوية إلى حوالي 550 درجة مئوية. في هذه الجوانب وغيرها، تهدف نطاقات درجات الحرارة هذه أيضًا إلى تضمين الظروف التي يتم فيها إجراء خطوة الاختزال في سلسلة من درجات الحرارة المختلفة، بدلًا من درجة حرارة ثابتة واحدة، والتي تقع ضمن النطاقات المعنية.

إن مدة خطوة الاختزال لا تقتصر على أي فترة زمنية محددة. وبالتالي، يمكن إجراء خطوة الاختزال، على سبيل المثال، في فترة زمنية تتراوح من أقل من ساعة واحدة إلى 48-72 ساعة، أو أكثر. على سبيل المثال، يمكن إجراء خطوة الاختزال في فترة زمنية قد تتراوح من حوالي ساعتين إلى حوالي 48 ساعة، من حوالي 3 ساعات إلى حوالي 36 ساعة، من حوالي 5 ساعات إلى حوالي 36 ساعة، من حوالي ساعتين إلى حوالي 30 ساعة، أو من حوالي 10 ساعات إلى حوالي 30 ساعة.

في بعض الجوانب، قد يحتوي المحفز المحمول من حوالي 0.05 مول إلى حوالي 1.5 مول

من الفلز القلوي لكل كيلو جرام من المحفز المحمول، بينما في جوانب أخرى، قد يحتوي المحفز المحمول من حوالي 0.05 مول إلى حوالي 1 مول من الفلز القلوي لكل كيلو جرام من المحفز المحمول. على سبيل المثال، قد يحتوي المحفز المحمول من حوالي 0.05 مول إلى حوالي 0.7 مول من الفلز القلوي، من حوالي 0.1 مول إلى حوالي 0.9 مول من الفلز القلوي، من حوالي 0.2 مول إلى حوالي 0.8 مول من الفلز القلوي، أو من حوالي 0.3 مول إلى حوالي 0.7 مول من الفلز القلوي، لكل كيلو جرام من المحفز المحمول. في هذه الجوانب وغيرها، قد يحتوي المحفز المحمول من حوالي 10000 جزء في المليون إلى حوالي 125000 جزء في المليون (بالوزن؛ من حوالي 1% بالوزن إلى حوالي 12.5% بالوزن) من الفلز القلوي، مثل من حوالي 20000 جزء في المليون إلى حوالي 100000 جزء من المليون من الفلز القلوي، من حوالي 25000 جزء في المليون إلى حوالي 110000 جزء في المليون من الفلز القلوي، من حوالي 30000 جزء في المليون إلى حوالي 90000 جزء في المليون من الفلز القلوي، أو من حوالي 40000 جزء في المليون إلى حوالي 85000 جزء في المليون من الفلز القلوي، بناءً على إجمالي وزن المحفز المحمول.

قد تحتوي المحفزات المحمولة التي يتم إنتاجها وفقًا لهذا الاختراع على مساحة سطح أقل من المحفز الذي يتم الحصول عليه عن طريق غسل قاعدة الزيوليت المرتبط بمحلول مائي لا يحتوي على فلز قلوي، في نفس ظروف تحضير المحفز. تتضمن الأمثلة التوضيحية وغير المقيدة للنطاقات المناسبة لمساحة المحفز المحمول من حوالي 100 م^2/جم إلى حوالي 170 م^2/جم، من حوالي 100 م^2/جم إلى حوالي 150 م^2/جم، من حوالي 105 م^2/جم، حوالي 170 م^2/جم، أو من حوالي 105 م^2/جم إلى حوالي 160 م^2/جم. وبالمثل، تتضمن الأمثلة التوضيحية وغير المقيدة للنطاقات المناسبة للمساحة السطحية المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي من حوالي 120 م^2/جم إلى حوالي 250 م^2/جم، من حوالي 130 م^2/جم، من حوالي 230 م^2/جم، من حوالي 150 م^2/جم إلى حوالي 240 م^2/جم، أو من حوالي 160 م^2/جم إلى حوالي 220 م^2/جم.

بطريقة مماثلة، قد تحتوي المحفزات المحمولة المُنتَجة وفقًا لهذا الاختراع على حجم مسام دقيقة أقل من المحفز الذي يتم الحصول عليه بغسل قاعدة الزيوليت المرتبط بمحلول مائي لا يحتوي على فلز قلوي، في ظل نفس ظروف تحضير المحفز. قد تتضمن الأمثلة التوضيحية وغير الحصرية للنطاقات المناسبة للحجم المسامي الدقيق للمحفز المحمول من حوالي 0.015 سم^3/جم إلى حوالي 0.05 سم^3/جم، من حوالي 0.02 سم^3/جم إلى حوالي 0.045 سم^3/جم، من حوالي 0.025 سم^3/جم إلى حوالي 0.045 سم^3/جم، أو من حوالي 0.0265 سم^3/جم إلى حوالي 0.045 سم^3/جم. وبالمثل، تتضمن الأمثلة التوضيحية وغير الحصرية للنطاقات المناسبة للحجم المسامي الدقيق للمادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي من حوالي 0.025 سم^3/جم إلى حوالي 0.08 سم^3/جم، من حوالي 0.03 سم^3/جم، من حوالي 0.07 سم^3/جم، من حوالي 0.04 سم^3/جم إلى حوالي 0.08 سم^3/جم،

أو من حوالي 0.045 سم^3/جم إلى حوالي 0.075 سم^3/جم.

من المفيد أن المحفزات المحمولة المخصبة بالفلز القلوي التي تم الكشف عنها هنا قد تتضمن مشتت بلاتينيوم، على الرغم من انخفاض المساحة السطحية وحجم المسام الدقيقة. في كثير من الأحيان، يقع مشتت البلاتينيوم ضمن نطاق من حوالي 50% إلى حوالي 70%، من حوالي 52% إلى حوالي 62%، من حوالي 55% إلى حوالي 70%، من حوالي 55% إلى حوالي 65%، أو من حوالي 55% إلى حوالي 60%.

عمليات إعادة التشكيل باستخدام محفزات تحويل إلى شكل عطري

يتضمن هذا أيضًا عمليات متنوعة لإعادة تشكيل المواد الهيدروكربونية. قد تتضمن إحدى عمليات إعادة التشكيل هذه (أو تتكون أساسًا من، أو تتكون من) ملامسة مادة تغذية بالهيدروكربونات بمحفز محمول للتحويل إلى شكل عطري في ظل ظروف إعادة تشكيل في نظام المفاعل لإنتاج منتج عطري. يمكن أن يكون المحفز المحمول للتحويل إلى شكل عطري المستخدم في عملية إعادة التشكيل أي محفز محمول تم الكشف عنه هنا و/أو يمكن إنتاجه بأي طريقة لإنتاج محفز محمول تم الكشف عنه هنا.

أنظمة المفاعل لعملية إعادة التشكيل وظروف إعادة التشكيل المعنية معروفة جيدًا لأولئك الذين يتمتعون بالمهارة في المجال، ويتم وصفها، على سبيل المثال، في براءات الاختراع الأمريكية رقم 4,456,527، 5,389,235، 5,401,386، 5,401,365، 6,207,042، و7,932,425، حيث يتم تضمينها هنا بالإحالة إيها في مجملها.

وبالمثل، يتم الكشف عن مواد التغذية الهيدروكربونية النموذجية في هذه المراجع. غالبا ما تكون مادة التغذية الهيدروكربونية عبارة عن تيار نفثا naphtha stream أو تيار نفثا خفيف light naphtha stream. في جوانب معينة، قد تشتمل مادة التغذية الهيدروكربونية على هيدروكربونات غير عطرية، على سبيل المثال، قد تشتمل مادة التغذية الهيدروكربونية على C_6-C_9 ألكانات و/أو سيكلو ألكانات، أو C_6-C_8 ألكانات و/أو سيكلو ألكانات (على سبيل المثال، هكسان، هيبتان، سيكلو هكسان)، وما شابه ذلك.

قد يتميز المحفز المحمول الذي تم الكشف عنه هنا بوجود T_{EOR} (نهاية درجة حرارة التشغيل) كما هو موصوف هنا، والتي قد تقع في الغالب ضمن نطاق من حوالي 499 درجة مئوية (930 درجة فهرنهايت) إلى حوالي 530 درجة مئوية (986 درجة فهرنهايت)، من حوالي 499 درجة مئوية (930 درجة فهرنهايت) إلى حوالي 524 درجة مئوية (975 درجة فهرنهايت)، من حوالي 499 درجة مئوية (930 درجة فهرنهايت) إلى حوالي 515 درجة مئوية (959 درجة فهرنهايت)، أو من حوالي 501 درجة مئوية (934 درجة فهرنهايت)) إلى حوالي 521 درجة مئوية (970 درجة فهرنهايت).

على الرغم من انخفاض المساحة السطحية وحجم مسام المحفزات المحمولة المخصبة بالفلز

القلوي، فإن هذه المحفزات – بالإضافة إلى المردود من المركبات العطرية، المقدّرة بواسطة T_{EOR}، والذي يشبه المحفزات المحمولة دون تخصيب الفلز القلوي – قد تسبب أيضًا تحسينات غير متوقعة في الانتقائية. على سبيل المثال، قد تحتوي المحفزات المحمولة التي تم الكشف عنها هنا على انتقائية للبنزين (أو انتقائية للتولوين) أكبر من المحفز الذي تم الحصول عليه عن طريق غسل قاعدة الزيوليت المرتبط بمحلول مائي لا يحتوي على فلز قلوي، في ظل نفس ظروف تحضير المحفز وتفاعل التحويل إلى شكل عطري. تهدف مقارنات انتقائية المحفز هذه إلى الحصول على نفس القدر من البلاتينيوم والهالوجين على المحفز، واستخدام نفس قاعدة زيوليت مرتبط، التي تم اختبارها على نفس الجهاز وفي ظل نفس طريقة الاختبار وشروطه، وهكذا، بحيث يكون الفرق الوحيد هو استخدام الفلز القلوي (أو عدمه) أثناء خطوة الغسل.

برغم عدم التقيد بذلك، غالبا ما تقع قيم الانتقائية النموذجية للبنزين (والتولوين) في نطاق يتراوح من حوالي 0.91 إلى حوالي 0.97، من حوالي 0.92 إلى حوالي 0.98، من حوالي 0.92 إلى حوالي 0.97، من حوالي 0.94 إلى حوالي 0.98، من حوالي 0.95 إلى حوالي 0.98، من حوالي 0.95 إلى حوالي 0.975، أو من حوالي 0.95 إلى حوالي 0.97، كما هو محدد باستخدام إجراء الاختبار والشروط الموصوفة هنا.

الأمثلة

يتم توضيح الاختراع بشكل أكبر من خلال الأمثلة التالية، والتي لا يجب تفسيرها بأي شكل من الأشكال على أنها تفرض قيودًا على نطاق هذا الاختراع. قد يخطر على بال أصحاب المهارات العادية في المجال جوانب أخرى مختلفة وتعديلات ومكافئات لها، بعد قراءة الوصف الوارد هنا، دون الابتعاد عن نطاق الاختراع الحالي أو نطاق عناصر الحماية الملحقة.

تم اختبار المحفزات المحمولة للكشف عن أدائها في تفاعلات التحويل إلى شكل عطري باستخدام الإجراء العام التالي. تم طحن المحفزات المحمولة للتحويل إلى شكل عطري ونخلها إلى حوالي 25–45 مش، ووضع 1 سم^3 من المحفز المنخول في وعاء مفاعل من الفولاذ المقاوم للصدأ بقطر خارجي 8/3 بوصة في فرن يمكن التحكم بدرجة حرارته. بعد اختزال المحفز تحت تدفق من الهيدروجين الجزيئي، تم إدخال تيار تغذية من الهيدروكربونات الأليفاتية والهيدروجين الجزيئي إلى وعاء المفاعل تحت ضغط قدره 100 رطل لكل بوصة مربعة بالمقياس، ونسبة جزيئية من H_2: الهيدروكربون تبلغ 1.3، وسرعة فراغية للسائل في الساعة liquid hourly space velocity (LHSV) قدرها 12 ساعة$^{-1}$ للحصول على بيانات أداء المحفز بمرور الوقت. احتوت مادة التغذية الهيدروكربونية الأليفاتية على حوالي 0.61 جزء جزيئي من الأنواع C_6 القابلة للتحويل و0.21 جزء جزيئي من الأنواع C_7 القابلة للتحويل. كانت البقية عبارة عن مركبات عطرية، C_{8+}، وأيزومرات متفرعة للغاية، والتي تُصنف على أنها غير قابلة للتحويل. تم تحليل تركيبة سائل المفاعل بواسطة

تحليل استشرابي للغاز لتحديد كميات مكونات خامات التغذية العديدة ومكونات المنتج، بما في ذلك البنزين والتولوين الحالي (لحسابات الانتقائية).

تم قياس أداء المحفز بواسطة درجة الحرارة اللازمة للحصول على مردود عطري قدره 63% بالوزن. إن قيمة T_{EOR} (نهاية درجة حرارة التشغيل) هي درجة الحرارة التي تعطي المردود المرغوب فيه في نهاية التشغيل، والتي كانت حوالي 40 ساعة.

تم تحديد محتوى الفلز القلوي (مولات الفلزات القلوية) للمادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي بواسطة XRF أو البلازما المقرونة بالحث Inductively Coupled Plasma (ICP). تم تحديد النسب المئوية بالوزن لـ Pt وCl وF باستخدام ومضان الأشعة السينية X-ray fluorescence (XRF). تم تحديد المساحات السطحية باستخدام طريقة برونر-إيميت-تيلر Brunauer-Emmett-Teller (BET)، وتم تحديد حجم المسام الدقيقة باستخدام طريقة منحنى t. تم تحديد مشتت البلاتينيوم عن طريق الامتزاز الكيميائي CO.

الأمثلة 1-5

تم استخدام مادة زيوليت مرتبط قياسي من نوع KL KL-zeolite يتكون من حوالي 17% بالوزن من مادة رابط سيليكا كمادة بدء للأمثلة 1-5. تم غسل قاعدة الزيوليت المرتبط إما بالماء (المثال 1) أو بالماء الذي يحتوي على 0.1 مولار من ملح فلز قلوي (NaCl، KCl، RbCl، أو CsCl - الأمثلة 2-5). تكونت ظروف الغسل من 3 دورات غسل، يتم إجراء كل منها عند 37,778 درجة مئوية (100 درجة فهرنهايت) لمدة 20 دقيقة بحيث بلغ وزن مياه الغسل (مع أو بدون فلز قلوي) 2.5 ضعف وزن قاعدة الزيوليت المرتبط. تم إجراء الغسل على دفعات باستخدام فقاعات N_2 لتحريك الخليط.

يلخص الجدول 1 تحليل الفلزات في المواد الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي بعد التجفيف والكلسنة في الهواء عند 121,111 درجة مئوية (250 درجة فهرنهايت) و482,222 درجة مئوية (900 درجة فهرنهايت)، على التوالي. أدت خطوات غسل الفلز القلوي باستخدام الروبيديوم أو السيزيوم (أمثلة 4-5) إلى انخفاض كبير في كمية الصوديوم في المادة الحاملة، وأسفرت عن حوالي 0.5 مول من الفلز القلوي (لكل كجم) في المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي. يقلل الغسل القلوي بالبوتاسيوم أيضًا من كمية الصوديوم في المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي. كما هو موضح في الأمثلة 4-5، عمل الغسل القلوي بالروبيديوم أو السيزيوم أيضًا على تقليل محتوى البوتاسيوم في المادة الحاملة.

تم تشريب المواد الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي بعد ذلك بالبلاتينيوم والهالوجين (عند درجة حرارة 95 درجة مئوية)، والكلسنة (عند 482,222 درجة مئوية (900 درجة فهرنهايت)) لتشكيل محفزات محمولة للتحويل إلى شكل عطري. تمت إضافة Pt وCl وF في خطوة واحدة من

خلال تقنيات الترطيب الأولي. كانت عمليات التحميل النهائية لـ Pt وCl وF جميعها حوالي 1% بالوزن. يلخص الجدول 2 قيم الحجم المسامي الدقيق والمساحات السطحية للمواد الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي والمحفزات المحمولة بعد التجفيف/الكلسنة، فضلا عن مشتت البلاتينيوم للمحفزات المحمولة. في الجدول 2، تكون "المادة الحاملة" هي المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي قبل إضافة البلاتينيوم والهالوجين، و"المحفز" هو المحفز المحمول النهائي الذي يحتوي على البلاتينيوم والهالوجين. عمومًا، أدت خطوات غسل الفلز القلوي باستخدام KCl أو RbCl أو CsCl (الأمثلة 3-5) إلى تقليل المساحة السطحية والحجم المسامي الدقيق للمادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي والمحفز المحمول، بحيث أن المادة الحاملة المخصبة بالسيزيوم والمحفز المخصب بالسيزيوم تضمنا أقل حجم مسامي دقيق ومساحات سطحية. ومع ذلك، على الرغم من تأثير خطوة غسل الفلز القلوي على الحجم المسامي الدقيق والمساحة السطحية، فإن مشتت البلاتينيوم على المحفز المحمول كان يشبه كل من الأمثلة 1-5.

أُجريت تجارب إضافية على البوتاسيوم والسيزيوم، على غرار المثال 3 والمثال 5، على التوالي، حيث كان التركيز المولاري للفلز القلوي في مياه الغسل يتراوح من 0.05 مولار إلى 0.3 مولار. يوضح الشكل 1 تأثير التركيز المولاري للبوتاسيوم والسيزيوم في المحلول المائي المستخدم لغسل قاعدة الزيوليت المرتبط على أحجام المسام الدقيقة للمواد الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي والمحفزات المحمولة. بشكل عام، مع زيادة تركيز الفلزات القلوية، انخفض الحجم المسامي الدقيق، على الرغم من أن الانخفاض لم يكن مهمًا بالنسبة للمحفز المحمول بالمقارنة مع المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي.

لنفس النطاق الذي يتراوح من 0.05 مولار إلى 0.3 مولار لتركيز الفلز القلوي في مياه الغسل، يوضح الشكل 2 تأثير تركيز الفلز القلوي على مشتت البلاتينيوم على المحفز المحمول. بشكل غير متوقع، لم يتأثر مشتت البلاتينيوم عند استخدام البوتاسيوم نسبيًا طوال نطاق التركيز، بينما انخفض مشتت البلاتينيوم بشكل كبير عند تركيزات مولارية أعلى بمقدار 0.2-0.3 عند استخدام السيزيوم.

تم تقييم المحفزات المحمولة للأمثلة 1-5، كما هو موضح في الجدول 1 و2، في تفاعلات التحويل إلى الشكل العطري للأداء النسبي. بشكل غير متوقع، نظرًا لانخفاض المساحة السطحية وحجم المسام في المحفزات المحمولة المخصبة بالفلز القلوي في الأمثلة 3-5 (انظر الجدول 2)، كانت مردودات العطريات كما تم قياسها بواسطة T_{EOR} في الجدول 3 متشابهة لكل من الأمثلة 1-5. ومع ذلك، يوضح الجدول 3 أن المحفزات المحمولة المخصبة بالفلز القلوي بالأمثلة 3-5 قد تحسنت بشكل غير متوقع من حيث الانتقائية للبنزين، وأدى تخصيب السيزيوم إلى زيادة انتقائية المحفز المحمول للبنزين بأكثر من 96%.

أجريت تجارب إضافية للتحويل إلى شكل عطري باستخدام المحفزات المحمولة المخصبة بالبوتاسيوم وبالسيزيوم، على غرار المثال 3 والمثال 5، على التوالي، حيث كان تركيز المولاري للفلز القلوي في مياه الغسل يتراوح من 0.05 مولار إلى 0.3 مولار. يوضح الشكل 3 تأثير التركيز المولاري للسيزيوم في المحلول المائي المستخدم لغسل قاعدة الزيوليت المرتبط على الانتقائية للبنزين، والانتقائية للتولوين، وقيمة T_{EOR} للمحفزات المحمولة الناتجة. ومقارنةً بأحد المراجع (دون استخدام أي فلز قلوي في خطوة الغسل)، فقد وُجد أن من المثير للدهشة أن تركيزات السيزيوم التي تقل عن 0.2 مولار قدمت مزيجًا مفيدًا من زيادة الانتقائية للبنزين وزيادة الانتقائية للتولوين ودرجة حرارة مماثلة لازمة (TEOR) للحصول على المردود المرغوب من المركبات العطرية.

وبالمثل، يوضح الشكل 4 تأثير التركيز المولاري للبوتاسيوم في المحلول المائي المستخدم لغسل قاعدة الزيوليت المرتبط على الانتقائية للبنزين، الانتقائية للتولوين، وقيمة T_{EOR} للمحفزات المحمولة الناتجة. ومقارنةً بأحد المراجع (دون استخدام أي فلز قلوي في خطوة الغسل)، فقد وُجد أن من المثير للدهشة أن تركيزات البوتاسيوم البالغة 0.1 مولار وما فوق توفر مزيجًا مفيدًا من زيادة الانتقائية للبنزين وزيادة الانتقائية للتولوين ودرجة حرارة مماثلة لازمة (T_{EOR}) للحصول على مردود المرغوب من المركبات العطرية (لم يتضح أي تأثير على درجة الحرارة).

الجدول 1: الأمثلة 1-5: محتوى الفلز القلوي

المثال	ملح غسل الفلز القلوي	مولات Na لكل كجم	مولات K لكل كجم	مولات Rb لكل كجم	مولات Cs لكل كجم	إجمالي مولات الكاتيون لكل كجم
1	لا يوجد	0.145	2.93	0	0	3.08
2	NaCl	0.349	2.76	0	0	3.11
3	KCl	0.052	2.98	0	0	3.03
4	RbCl	0.052	2.41	0.525	0	2.99
5	CsCl	0.046	2.15	0	0.545	2.74

الجدول 2. الأمثلة 1-5: حجم المسام الدقيقة، المساحة السطحية، ومشتت البلاتينيوم

المثال	ملح غسل الفلز القلوي	حجم المسام الدقيقة للمادة الحاملة (سم^3/جم)	المساحة السطحية للمادة الحاملة (م^2/جم)	حجم المسام الدقيقة للمحفز (سم^3/جم)	المساحة السطحية للمحفز (م^2/جم)	مشتت البلاتينيوم
1	لا يوجد	0.095	265	0.0530	178	64.5
2	NaCl	0.078	231	0.0485	167	61.8
3	KCl	0.066	205	0.0363	132	56.7
4	RbCl	0.063	195	0.0409	143	59.5
5	CsCl	0.061	191	0.0315	119	58.8

الجدول 3. المثال 1-5: إجمالي أداء المحفز

المثال	ملح الغسل	الانتقائية للبنزين	قيمة T_{EOR} درجة مئوية (درجة فهرنهايت)
1	لا يوجد	0.942	505,556 (942)
2	NaCl	0.938	507,778 (946)
3	KCl	0.955	506,111 (943)
4	RbCl	0.953	502,778 (937)
5	CsCl	0.962	508,333 (947)

تم وصف الاختراع أعلاه بالإشارة إلى جوانب عديدة وأمثلة محددة. سوف يتبدى العديد من التنويعات لأولئك المهرة في المجال من تلقاء نفسها في ضوء الوصف المفصل أعلاه. تقع كل هذه التنويعات الواضحة ضمن النطاق الكامل المقصود لعناصر الحماية الملحقة. قد تتضمن الجوانب الأخرى للاختراع، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي (يتم وصف الجوانب على أنها "تشتمل على" ولكن، كبديل لذلك، قد "تحتوي بشكل أساسي على" أو "تحتوي على"):

الجانب 1. طريقة لإنتاج محفز محمول، حيث تشتمل الطريقة على:

(أ) توفير قاعدة زيوليت مرتبط؛

(ب) غسل قاعدة الزيوليت المرتبط بمحلول مائي يشتمل على فلز قلوي لإنتاج مادة حاملة للزيوليت مخصبة بالفلز القلوي؛ و

(ج) تشريب المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي بفلز انتقالي وهالوجين لإنتاج المحفز المحمول.

الجانب 2. الطريقة وفقًا للجانب 1، حيث يشتمل الفلز القلوي على البوتاسيوم أو الروبيديوم أو السيزيوم أو توليفات منها.

الجانب 3. الطريقة وفقًا للجانب 1 أو 2، حيث يشتمل المحلول المائي على ملح فلز قلوي.

الجانب 4. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يشتمل المحلول المائي على ملح كلوريد فلز قلوي.

الجانب 5. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب 1-4، حيث يشتمل الفلز القلوي على بوتاسيوم.

الجانب 6. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب 1-4، حيث يشتمل الفلز القلوي على روبيديوم.

الجانب 7. الطريقة المحددة في أي جانب من الجوانب 1-4، حيث يشتمل الفلز القلوي على سيزيوم.

الجانب 8. الطريقة المحددة في أي من الجوانب السابقة، حيث تشتمل قاعدة الزيوليت المرتبط على زيوليت ورابط.

الجانب 9. الطريقة وفقًا للجانب 8، حيث تشتمل قاعدة الزيوليت المرتبط على أي نسبة مئوية بالوزن من الرابط الذي تم الكشف عنه هنا، على سبيل المثال، من حوالي 3% بالوزن إلى حوالي 35% بالوزن، أو من حوالي 5% بالوزن إلى حوالي 30% بالوزن على الوزن الكلي لقاعدة الزيوليت المرتبط.

الجانب 10. الطريقة المحددة وفقًا للجانب 8 أو 9، حيث يشتمل الرابط على أكسيد صلب غير عضوي أو طين أو توليفة منها.

الجانب 11. الطريقة وفقًا للجانب 8 أو 9، حيث يشتمل الرابط على ألومينا، سيليكا، مجنيسيا، بوريا، تيتانيا، زركونيا، أكسيد مختلط منها، أو خليط منها.

الجانب 12. الطريقة وفقًا للجانب 8 أو 9، حيث يشتمل الرابط على السيليكا.

الجانب 13. الطريقة وفقًا للجانب 8 أو 9، حيث يشتمل الرابط على مونتموريلونيت أو كاولين أو أسمنت أو توليفة منها.

الجانب 14. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث تشتمل قاعدة الزيوليت المرتبط على زيوليت من النوع L.

الجانب 15. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب 1-13، حيث تشتمل قاعدة الزيوليت المرتبط على

زيوليت من النوع Ba/L.

الجانب 16. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب 1-13، حيث تشتمل قاعدة الزيوليت المرتبط على زيوليت من النوع K/L.

الجانب 17. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب 1-12، حيث تشتمل قاعدة الزيوليت المرتبط على سيليكا- زيوليت مرتبط K/L

الجانب 18. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يتم إنتاج قاعدة الزيوليت المرتبط في الخطوة (أ) من خلال عملية تتضمن خلط الزيوليت برابط، بثق الخليط، التجفيف، والكلسنة.

الجانب 19. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب 1-12، حيث يتم إنتاج قاعدة الزيوليت المرتبط في الخطوة (أ) من خلال عملية تتضمن خلط الزيوليت K/L بالسيليكا، بثق الخليط، التجفيف، والكلسنة.

الجانب 20. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث تشتمل خطوة الغسل على ملامسة قاعدة الزيوليت المرتبط بأي محلول مائي تم الكشف عنه هنا، على سبيل المثال، يتكون بشكل أساسي من، أو يتكون من، ملح فلز قلوي وماء، أو قلوي ملح فلز قلوي وماء منزوع الأيونات.

الجانب 21. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يتم إجراء خطوة الغسل عند أي درجة حرارة غسل تم الكشف عنها هنا، على سبيل المثال، في نطاق من حوالي 20 درجة مئوية إلى حوالي 95 درجة مئوية، من حوالي 15 درجة مئوية إلى حوالي 65 درجة مئوية، أو من حوالي 30 درجة مئوية إلى حوالي 50 درجة مئوية.

الجانب 22. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث تتضمن خطوة الغسل أي عدد من دورات الغسل (على سبيل المثال، من 1 إلى 4 أو من 2 إلى 8) وأي فترات زمنية لدورة الغسل يتم الكشف عنها هنا (على سبيل المثال، في نطاق من حوالي دقيقة واحدة إلى حوالي 6 ساعات، أو من حوالي 5 دقائق إلى حوالي ساعتين).

الجانب 23. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يكون تركيز الفلز القلوي في المحلول المائي في أي نطاق تركيز موضح هنا، على سبيل المثال، من حوالي 0.01 مولار إلى حوالي 5 مولار، من حوالي 0.01 مولار إلى حوالي 1 مولار، من حوالي 0.01 مولار إلى حوالي 0.45 مولار، أو من حوالي 0.05 مولار إلى حوالي 0.3 مولار.

الجانب 24. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث تكون نسبة وزن المحلول المائي إلى وزن قاعدة الزيوليت المرتبط في أي نطاق من النسب بالوزن الموضحة هنا، على سبيل المثال، من حوالي 0.4: 1 إلى حوالي 10: 1، من حوالي 0.5: 1 إلى حوالي 8: 1، أو من حوالي 1: 1 إلى حوالي 5: 1.

الجانب 25. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث تقوم خطوة الغسل بتخصيب قاعدة الزيوليت المرتبط بأي كمية مولارية من الفلز القلوي الذي تم الكشف عنه هنا، على سبيل المثال، من حوالي

0.03 مول إلى حوالي 1 مول، من حوالي 0.1 مول إلى حوالي 0.9 مول، حوالي 0.03 مول إلى حوالي 0.7 مول من الفلز القلوي لكل كيلو جرام من قاعدة الزيوليت المرتبط (أو لكل كيلو جرام من المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي).

الجانب 26. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث تشتمل المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي على أي نسبة مئوية بالوزن من الصوديوم التي تم الكشف عنها هنا، على سبيل المثال، من صفر% بالوزن إلى حوالي 0.35% بالوزن ومن صفر% بالوزن إلى حوالي 0.3% بالوزن ومن حوالي 0.03% بالوزن إلى حوالي 0.35% بالوزن، أو من حوالي 0.05% بالوزن إلى حوالي 0.3% بالوزن الصوديوم، بناءً على إجمالي وزن المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي.

الخطوة 27 (ب). الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث تكون الخطوة (ب) هي الخطوة الوحيدة في الطريقة التي تستخدم فلز قلوي، على سبيل المثال، ملح فلزي قلوي.

الجانب 28. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث تشتمل الطريقة أيضًا على تجفيف و/أو كلسنة المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي قبل الخطوة (ج).

الجانب 29. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يتضمن المحفز المحمول أي نسبة بالوزن من فلز انتقالي تم الكشف عنها هنا، على سبيل المثال، من حوالي 0.1% بالوزن إلى حوالي 10% بالوزن، من حوالي 0.2% بالوزن إلى حوالي 5% بالوزن، أو من حوالي 0.3% بالوزن إلى حوالي 2% بالوزن من الفلز الانتقالي، بناءً على إجمالي وزن المحفز المحمول.

الجانب 30. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يشتمل الفلز الانتقالي على البلاتينيوم.

الجانب 31. المحفز المحمول وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يكون الفلز الانتقالي عبارة عن البلاتينيوم.

الجانب 32. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يتضمن المحفز المحمول أي نطاق من النسبة المئوية بالوزن من البلاتينيوم تم الكشف عنه هنا، على سبيل المثال، من حوالي 0.1% بالوزن إلى حوالي 10% بالوزن، من حوالي 0.2% بالوزن إلى حوالي 5% بالوزن، أو من حوالي 0.3% بالوزن إلى حوالي 2% بالوزن من البلاتينيوم، بناءً على إجمالي وزن المحفز المحمول.

الجانب 33. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث تشتمل الخطوة (ج) على خلط المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي بمركب يحتوي على فلز انتقالي يشتمل على كلوريد تترا أمين بلاتينيوم (II)، نيترات تترا أمين بلاتينيوم (II)، أسيتيل أسيتونات (II)، كلوريد بلاتينيوم (II)، تترا كلورو بلاتينات الأمونيوم (II)، حمض كلوروبلاتينيك، نيترات البلاتينيوم (II)، أو توليفة منها.

الجانب 34. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يشتمل الهالوجين على الكلور و/أو الفلور.

الجانب 35. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث تشتمل الخطوة (ج) على خلط المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي بمركب يحتوي على الكلور و/أو مركب يحتوي على الفلور.

الجانب 36. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب 1-35، حيث يشتمل الهالوجين على الكلور.

الجانب 37. الطريقة وفقًا للجانب 36، حيث يتضمن المحفز المحمول أي نسبة مئوية بالوزن من الكلور تم الكشف عنها هنا، على سبيل المثال، من حوالي 0.05% بالوزن إلى حوالي 5% بالوزن، من حوالي 0.1% بالوزن، من حوالي 1.5% بالوزن، من حوالي 0.2% بالوزن إلى حوالي 1% بالوزن من الكلور، بناءً على إجمالي وزن المحفز المحمول.

الجانب 38. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب 1-37، حيث يشتمل الهالوجين على الفلور.

الجانب 39. الطريقة وفقًا للجانب 38، حيث يشتمل المحفز المحمول على أي نسبة مئوية بالوزن من الفلور تم الكشف عنها هنا، على سبيل المثال، من حوالي 0.05% بالوزن إلى حوالي 5% بالوزن، من حوالي 0.1% بالوزن إلى حوالي 1.5% بالوزن، من حوالي 0.2% بالوزن إلى حوالي 1% بالوزن من الفلور، بناءً على إجمالي وزن المحفز المحمول.

الجانب 40. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث تشتمل الطريقة أيضًا على تجفيف و/أو كلسنة المحفز المحمول بعد الخطوة (ج).

الجانب 41. الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث تشتمل الطريقة أيضًا على خطوة اختزال بعد الخطوة (ج)، تشتمل خطوة الاختزال على ملامسة المحفز المحمول بأي تيار غاز مختزل تم الكشف عنه هنا، على سبيل المثال، تشتمل على هيدروجين.

الجانب 42. الطريقة وفقًا للجانب 41، حيث يتم إجراء خطوة الاختزال عند أي درجة حرارة اختزال تم الكشف عنها هنا، على سبيل المثال، في نطاق من حوالي 100 درجة مئوية إلى حوالي 700 درجة مئوية، أو من حوالي 200 درجة مئوية إلى حوالي 600 درجة مئوية.

الجانب 43. محفز محمول تم الحصول عليه باستخدام الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، على سبيل المثال، محفز محمول للتحويل إلى شكل عطري.

الجانب 44. المحفز المحمول أو الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يشتمل المحفز المحمول على أي جزء في المليون (بالوزن) من الفلز القلوي تم الكشف عنه هنا، على سبيل المثال، من حوالي 10000 جزء في المليون إلى حوالي 125000 جزء في المليون (من حوالي 1% بالوزن إلى حوالي 12.5% بالوزن)، من حوالي 20000 جزء في المليون إلى حوالي 100000 جزء في المليون (من حوالي 2% بالوزن إلى حوالي 10% بالوزن)، أو من حوالي 30000 جزء في المليون إلى حوالي 90000 جزء في المليون (من حوالي 3% بالوزن إلى حوالي 9% بالوزن)، بناءً على إجمالي وزن المحفز المحمول.

الجانب 45. المحفز المحمول أو الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يكون للمحفز المحمول مساحة سطحية أقل من مساحة محفز تم الحصول عليه عن طريق غسل قاعدة الزيوليت المرتبط بمحلول مائي لا يحتوي على فلز قلوي، في ظل نفس ظروف تحضير المحفز.

الجانب 46. المحفز المحمول أو الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يتضمن المحفز المحمول مساحة سطحية في أي نطاق من المساحة السطحية تم الكشف عنه هنا، على سبيل المثال، من حوالي 100 م^2/جم إلى حوالي 170 م^2/جم، أو من حوالي 100 م^2/جم إلى حوالي 150 م^2/جم.

الجانب 47. المحفز المحمول أو الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث تتضمن المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي مساحة سطحية في أي نطاق للمساحة السطحية تم الكشف عنه هنا، على سبيل المثال، من حوالي 120 م^2/جم إلى حوالي 250 م^2/جم، أو من حوالي 130 م^2/جم إلى حوالي 230 م^2/جم.

الجانب 48. المحفز المحمول أو الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يتضمن المحفز المحمول منطقة حجم مسام دقيقة أقل من تلك الخاصة بمحفز تم الحصول عليه عن طريق غسل قاعدة الزيوليت المرتبط بمحلول مائي لا يحتوي على فلز قلوي، في ظل نفس ظروف تحضير المحفز.

الجانب 49. المحفز المحمول أو الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يكون للمحفز المحمول حجم مسام دقيقة في أي نطاق لحجم المسام الدقيقة تم الكشف عنه هنا، على سبيل المثال، من حوالي 0.015 سم^3/جم إلى حوالي 0.05 سم^3/جم، أو من حوالي 0.02 سم^3/جم إلى حوالي 0.045 سم^3/جم.

الجانب 50. المحفز المحمول أو الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يكون للمادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالفلز القلوي حجم مسام دقيقة في أي نطاق لحجم المسام الدقيقة تم الكشف عنه هنا، على سبيل المثال، من حوالي 0.025 سم^3/جم إلى حوالي 0.08 سم^3/جم، أو من حوالي 0.03 سم^3/جم إلى حوالي 0.07 سم^3/جم.

الجانب 51. المحفز المحمول أو الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يتميز المحفز المحمول بقيمة T_{EOR} في أي نطاق تم الكشف عنه هنا، على سبيل المثال، من حوالي 499 درجة مئوية (930 درجة فهرنهايت) إلى حوالي 530 درجة مئوية (986 درجة فهرنهايت).

الجانب 52. المحفز المحمول أو الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يتميز المحفز المحمول بانتقائية للبنزين (أو انتقائية للتولوين) في أي نطاق انتقائي تم الكشف عنه هنا، على سبيل المثال، من حوالي 0.91 إلى حوالي 0.97، من حوالي 0.92 إلى حوالي 0.98، من حوالي 0.92 إلى حوالي 0.97، أو من حوالي 0.95 إلى حوالي 0.98.

الجانب 53. المحفز المحمول أو الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يتميز المحفز المحمول بانتقائية للبنزين (أو انتقائية للتولوين) أكبر من محفز تم الحصول عليه عن طريق غسل قاعدة الزيوليت المرتبط بمحلول مائي لا يحتوي على فلز قلوي، في ظل نفس ظروف تحضير المحفز وتفاعل التحويل إلى شكل عطري.

الجانب 54. المحفز المحمول أو الطريقة وفقًا لأي من الجوانب السابقة، حيث يتضمن المحفز المحمول مشتت بلاتينيوم في أي نطاق تم الكشف عنه هنا، على سبيل المثال، من حوالي 50% إلى حوالي 70%، من حوالي 50% إلى حوالي 65%، أو من حوالي 55% إلى حوالي 70%.

الجانب 55. عملية إعادة تشكيل تشتمل على ملامسة مادة تغذية بالهيدروكربونات بمحفز محمول للتحويل إلى شكل عطري في ظل ظروف إعادة تشكيل في نظام مفاعل لإنتاج منتج عطري، حيث يكون المحفز المحمول للتحويل إلى شكل عطري هو المحفز المحمول وفقًا لأي من الجوانب السابقة.

الجانب 56. العملية وفقًا للجانب 55، حيث تكون مادة التغذية الهيدروكربونية أي مادة تغذية هيدروكربونية تم الكشف عنها هنا، على سبيل المثال، تشتمل على هيدروكربونات غير عطرية، أو تشتمل على C_6-C_9 ألكانات و/أو سيكلو ألكانات، أو تشتمل على C_6-C_8 ألكانات و/أو سيكلو ألكانات.

عناصر الحماية

1. طريقة إنتاج محفز محمول supported catalyst، وتشتمل الطريقة على:

(أ) توفير قاعدة زيوليت مرتبط bound zeolite base؛

(ب) غسل قاعدة الزيوليت المرتبط bound zeolite base بمحلول مائي يشتمل على البوتاسيوم potassium لإنتاج مادة حاملة للزيوليت مخصبة بالبوتاسيوم potassium enriched zeolite support؛ و

(ج) تشريب المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالبوتاسيوم potassium enriched zeolite support بفلز انتقالي transition metal وهالوجين halogen لإنتاج المحفز المحمول supported catalyst؛

حيث يكون تركيز البوتاسيوم potassium في المحلول المائي في نطاق من 0,15 مولار إلى 0,45 مولار ؛ و

حيث يكون للمحفز المحمول supported catalyst مساحة سطح في نطاق من 100 متر مربع/جم إلى 170 متر مربع/جم وحجم مسام دقيق micropore volume في نطاق من 0,015 سم مكعب/جم إلى 0,05 سم مكعب/جم.

2. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث:

يشتمل المحلول المائي على كلوريد البوتاسيوم potassium chloride؛ و

يشتمل المحلول المائي كذلك على الروبيديوم rubidium، السيزيوم cesium، أو توليفة منهما.

3. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث يكون تركيز البوتاسيوم potassium في المحلول المائي في نطاق من 0,2 مولار إلى 0,45 مولار.

4. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث تشتمل الخطوة (ب) على 2 إلى 8 دورات غسيل، وتكون نسبة وزن المحلول المائي إلى وزن قاعدة الزيوليت المرتبط bound zeolite base في كل دورة غسيل بشكل مستقل في نطاق من 1 : 1 إلى 5: 1.

5. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث:

يتكون الفلز الانتقالي transition metal من البلاتينيوم platinum؛

يتكون الهالوجين halogen من الفلور fluorine والكلور chlorine؛ و

المحفز المحمول supported catalyst يشتمل على:

من 0,2 بالوزن٪ إلى 5 بالوزن٪ بلاتينيوم platinum؛

من 0,1 بالوزن٪ إلى 1,5 بالوزن٪ فلور fluorine؛ و

من 0,1 بالوزن٪ إلى 1,5 بالوزن٪ كلور chlorine؛

بناءً على الوزن الإجمالي للمحفز المحمول.

6. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث يكون للمحفز المحمول supported catalyst مساحة سطح في نطاق من 100 متر مربع/جم إلى 150 متر مربع/جم وحجم مسام دقيق micropore volume في نطاق من 0,02 سم مكعب/جم إلى 0,045 سم مكعب/جم.

7. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث:

يتميز المحفز المحمول supported catalyst بانتقائية للبنزين benzene selectivity في نطاق من 0,92 إلى 0,98؛ و

المحفز المحمول supported catalyst له انتقائية للبنزين benzene selectivity أكبر من تلك الخاصة بالمحفز الذي تم الحصول عليه بواسطة غسل قاعدة الزيوليت المرتبطة bound zeolite base بمحلول مائي لا يحتوي على البوتاسيوم potassium، وفقاً لنفس ظروف تحضير المحفز وتفاعل التحويل إلى شكل عطري aromatization.

8. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث تشتمل قاعدة الزيوليت المرتبطة bound zeolite base على زيوليت-L مرتبط bound L-zeolite.

9. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث يتم تنفيذ الخطوة (ب) عند درجة حرارة غسيل في نطاق من 15 درجة مئوية إلى 65 درجة مئوية.

10. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث يكون تركيز البوتاسيوم potassium في المحلول المائي في نطاق من 0,15 مولار إلى 0,35 مولار.

11. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث تشتمل الطريقة أيضاً على تجفيف و/أو تكليس calcining المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالبوتاسيوم potassium enriched zeolite support قبل الخطوة (ج).

12. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث تشتمل الخطوة (ج) على خلط المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالبوتاسيوم potassium enriched zeolite support مع مركب يحتوي على فلز انتقالي transition metal يشتمل على كلوريد تترا الأمين بلاتينيوم (II) tetraamineplatinum(II) chloride، نترات تترا الأمين بلاتينيوم (II) tetraamineplatinum(II) nitrate، أسيتيل أسيتونات بلاتينيوم (II) platinum(II) acetylacetonate، كلوريد البلاتينيوم (II) platinum(II) chloride، تترا كلورو بلاتينات أمونيوم (II) ammonium tetrachloroplatinate(II)، حمض كلوروبلاتينيك chloroplatinic acid، نترات البلاتينيوم (II) platinum (II) nitrate، أو توليفة منها.

١٣. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية ١، حيث تشتمل الخطوة (ج) على خلط المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالبوتاسيوم potassium enriched zeolite support مع مركب يحتوي على الكلور chlorine و/أو مركب يحتوي على الفلور fluorine.

14. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث تشتمل الطريقة أيضاً على تجفيف و/أو كلسنة calcining المحفز المحمول supported catalyst بعد الخطوة (ج).

15. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث يشتمل المحفز المحمول supported catalyst على 1 بالوزن٪ إلى 12,5 بالوزن٪ بوتاسيوم potassium، بناءً على الوزن الإجمالي للمحفز المحمول supported catalyst.

16. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث تقوم الخطوة (ب) بتخصيب قاعدة الزيوليت المرتبطة bound zeolite base بواسطة 0,03 مول إلى 1 مول من البوتاسيوم potassium لكل كجم من المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالبوتاسيوم potassium enriched zeolite support.

17. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث تشتمل المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالبوتاسيوم potassium enriched zeolite support على 0,03 بالوزن٪ إلى 0,2 بالوزن٪ صوديوم sodium، بناءً على الوزن الإجمالي للمادة الحاملة للزيوليت المخصب بالبوتاسيوم potassium enriched zeolite support.

18. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث:

تكون مساحة سطح المحفز المحمول supported catalyst في نطاق من 105 متر مربع/جم إلى 160 متر مربع/جم؛ و

يكون حجم المسام الدقيق للمحفز المحمول supported catalyst في نطاق من 0,02 سم مكعب/جم إلى 0,045 سم مكعب/جم.

19. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث يشتمل الفلز الانتقالي transition metal على بلاتينيوم platinum، ويكون للمحفز المحمول supported catalyst تشتت بلاتيني platinum dispersion في نطاق من 50٪ إلى 65٪.

20. طريقة لإنتاج محفز محمول supported catalyst، تشتمل الطريقة على:

(أ) توفير قاعدة زيوليت مرتبط bound zeolite base؛

(ب) غسل قاعدة الزيوليت المرتبط bound zeolite base بمحلول مائي يشتمل على البوتاسيوم potassium لإنتاج مادة حاملة للزيوليت مخصبة بالبوتاسيوم potassium enriched zeolite support؛ و

(ج) تشريب المادة الحاملة للزيوليت المخصبة بالبوتاسيوم potassium enriched zeolite support بالبلاتينيوم platinum والفلور fluorine والكلور chlorine لإنتاج المحفز المحمول supported catalyst؛

حيث يشتمل المحلول المائي على كلوريد البوتاسيوم potassium chloride؛

حيث يكون تركيز البوتاسيوم potassium في المحلول المائي في نطاق من 0,15 مولار إلى 0,45 مولار ؛ و

حيث يكون للمحفز المحمول supported catalyst مساحة سطح في نطاق من 100 متر مربع/جم إلى 170 متر مربع/جم وحجم مسام دقيق micropore volume في نطاق من 0,015 سم مكعب/جم إلى 0,05 سم مكعب/جم.

21. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 20، حيث:

تتكون قاعدة الزيوليت المرتبط bound zeolite base من زيوليت L مرتبط bound L-zeolite؛

يشتمل المحفز المحمول supported catalyst، بناءً على الوزن الإجمالي للمحفز المحمول supported catalyst، على:

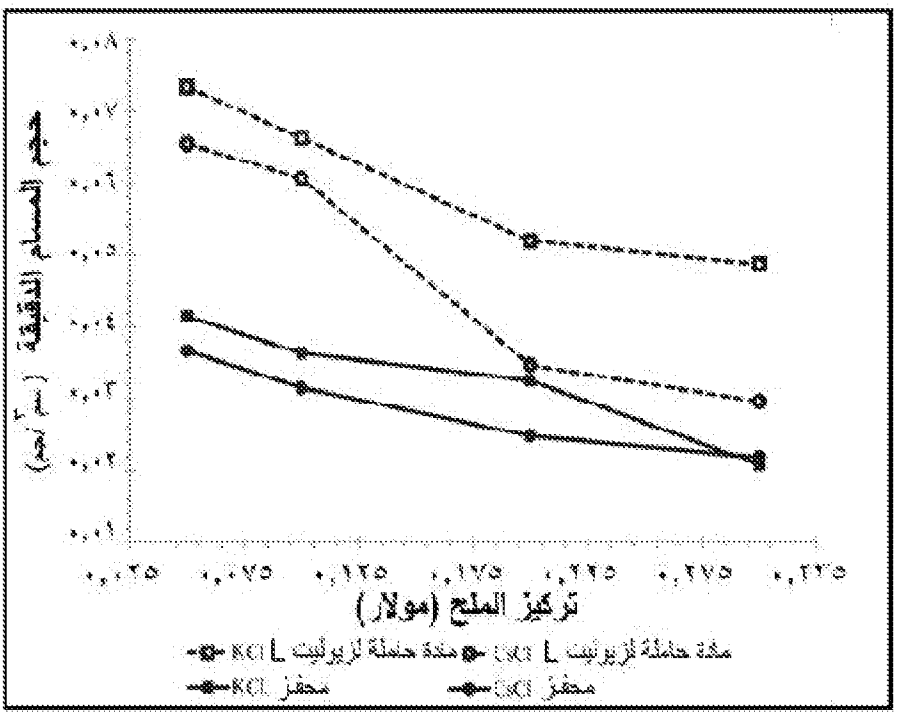
من 0,2 بالوزن٪ إلى 5 بالوزن٪ بلاتينيوم platinum،

من 0,1 بالوزن٪ إلى 1,5 بالوزن٪ الفلور fluorine، و

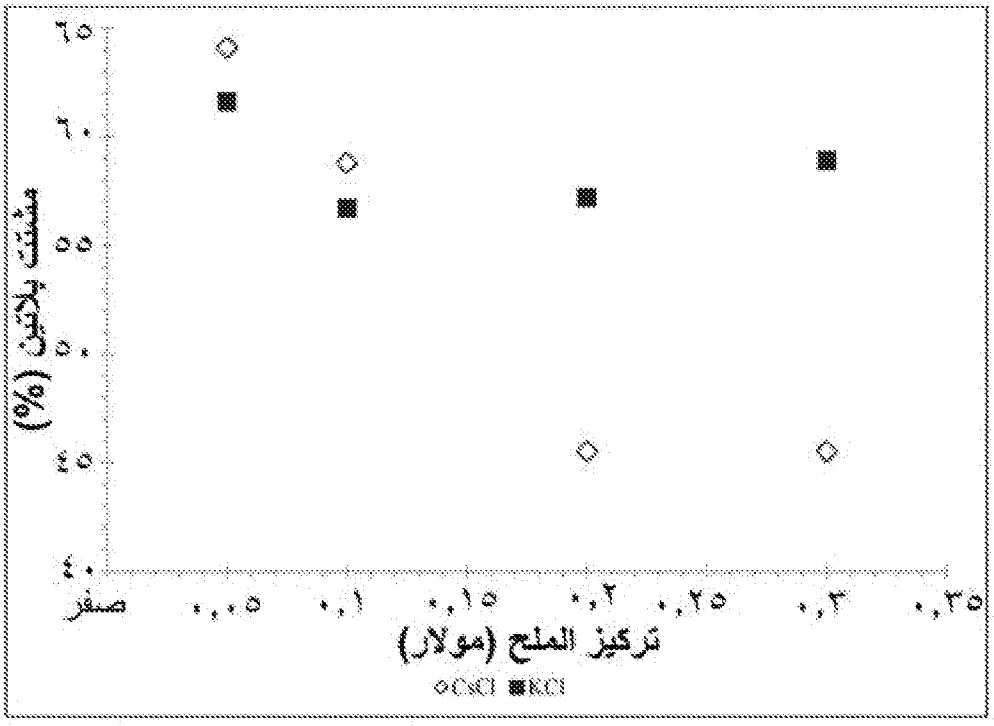
من 0,1 بالوزن٪ إلى 1,5 بالوزن٪ كلور chlorine، و

يكون تركيز البوتاسيوم potassium في المحلول المائي في نطاق من 0,2 مولار إلى 0,35 مولار.

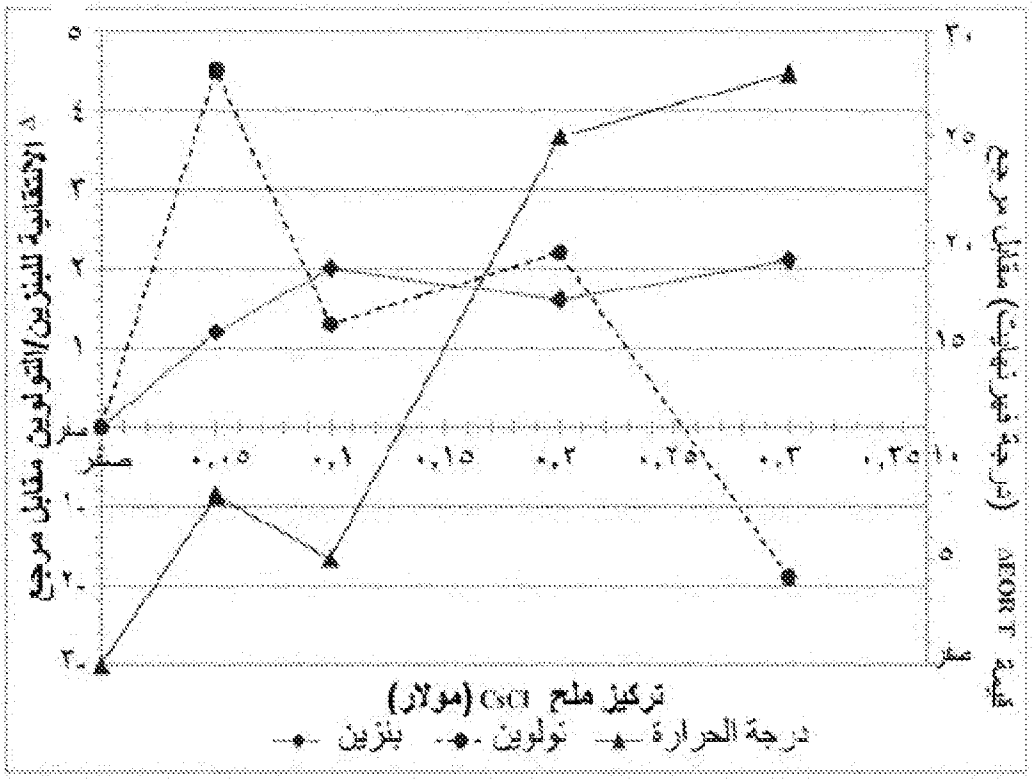
الشكل ١


حجم المسام الدقيقة (سم٣/جم)
٠,٠٨
٠,٠٧
٠,٠٦
٠,٠٥
٠,٠٤
٠,٠٣
٠,٠٢
٠,٠١
٠,٠٢٥
٠,٠٧٥
٠,١٢٥
٠,١٧٥
٠,٢٢٥
٠,٢٧٥
٠,٣٢٥
تركيز الملح (مولار)
مكدة حاملة لزيوليت L
محفز KCl

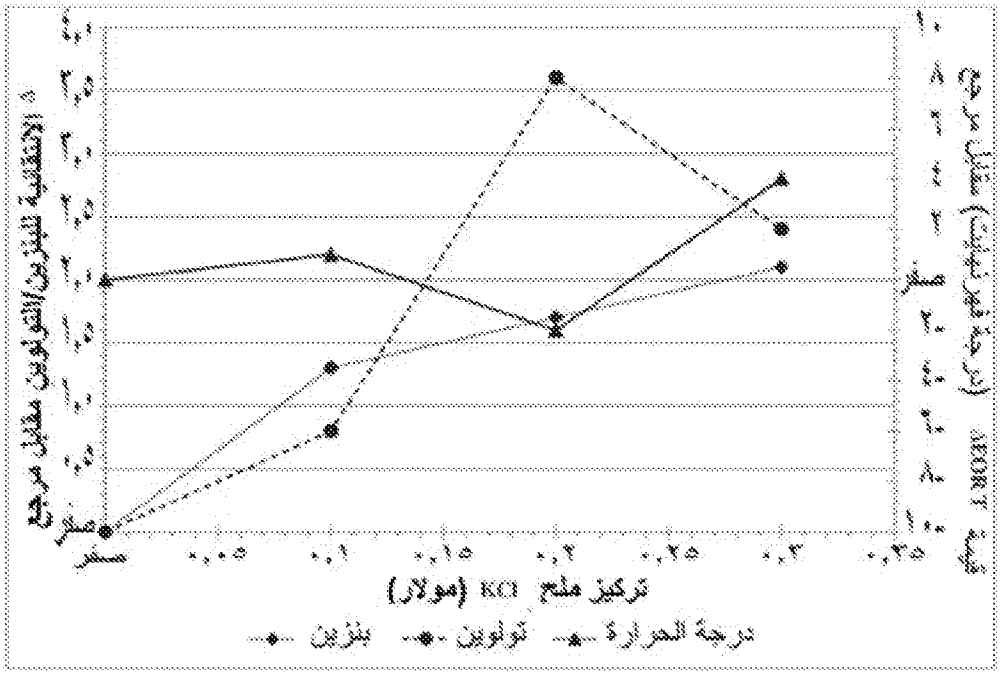
الشكل ٢


٦٥
٦٠
٥٥
٥٠
٤٥
٤٠
مشتت بلاجين (%)
صفر
٠,٠٥
٠,١
٠,١٥
٠,٢
٠,٢٥
٠,٣
٠,٣٥
تركيز الملح (مولار)
CaCl
KCl

الشكل ٣


الانتقائية للبنزين/التولوين مقابل مرجع
قيمة ΔEOR F (درجة فهرنهايت) مقابل مرجع
تركيز ملح NaCl (مولار)
درجة الحرارة
تولوين
بنزين

الشكل ٤


الانتقالية للبنزين/التولوين مقابل مرجع
درجة الحرارة (بمقياس مرجع
تركيز ملح KCl (مولار)
درجة الحرارة
تولوين
بنزين

مدة سريان هذه البراءة عشرون سنة من تاريخ إيداع الطلب

وذلك بشـرط تسـديد المقابل المالي السـنوي للبراءة وعدم بطلانها أو سـقوطها لمخالفتها لأي من أحكام نظام براءات الاختراع والتصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة والأصناف النباتية والنماذج الصناعية أو لائحته التنفيذية.

صادرة عن

الهيئة السعودية للملكية الفكرية

ص ب ٦٥٣١ ، الرياض ١٣٣٢١ ، المملكة العربية السعودية

SAIP@SAIP.GOV.SA