

الفصل السابع

الملاح العامة للتفاعلات المحفزة غير المتجانسة

- المميزات العامة للحفز غير المتجانس

- 1- العامل الحفاز لا يشترك في التفاعل
- 2- صغر الكمية اللازمة من العامل الحفاز
- 3- العامل الحفاز لا يؤثر على موضع الاتزان
- 4- ميل (قابلية) المتفاعلات للعامل الحفاز

5- خليط العوامل الحفازة

6- خصوصية العامل الحفاز

7- العامل الحفاز لا يبدأ التفاعل

8- العامل الحفاز المجزأ

9- منشط العامل الحفاز

10- تسمم العامل الحفاز

• أمثلة لتسمم العامل الحفاز:

أ- تحضير النوشادر

ب- تحضير الماء

ج- تحضير ثالث أكسيد الكبريت

- أنواع التسمم:

أ- التسمم المؤقت

ب- التسمم الدائم

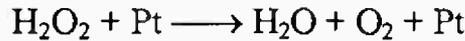
11- الحفز الذاتي

- أسئلة ومسائل عامة

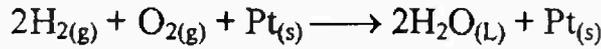
2- صغر الكمية اللازمة من العامل الحفاز

التفاعل الكيميائي المحفز، يحتاج إلى كمية صغيرة جدا من العامل الحفاز حتى يؤدي دورة في تغيير معدل التفاعل. فتكفي كمية صغيرة جدا من العامل الحفاز لإسراع كميات كبيرة جدا من المواد المتفاعلة. والأمثلة على ذلك كثيرة ومتعددة، منها:

أ- يكفي اجم من البلاتين (المستخدم كعامل حفاز) لإكمال تحلل (10^8) لتر من فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 ، والذي يتفكك طبقا للمعادلة التالية:

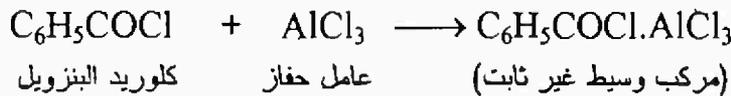


ب- يكفي ملليجرام واحد من البلاتين المجزأ تجزيئا دقيقا ليحفز اتحاد بين (2.5) لتر من خليط يتكون من غازى الأوكسجين والهيدروجين عند تكوين الماء، طبقا للمعادلة التالية:



أى إن التفاعل المحفز يحتاج إلى كمية صغيرة جدا من العامل الحفاز، وذلك لأنه لا يستهلك فى التفاعل.

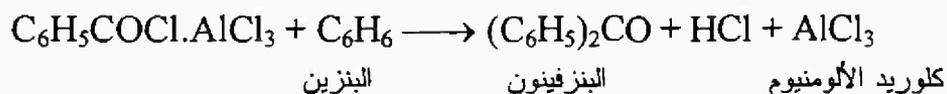
ولاتسرى هذه القاعدة بالنسبة لعوامل الحفز المتجانسة، حيث يكون عامل الحفز حينئذ مركبا وسطا مع المواد المتفاعلة. وبالتالي يلزم كميات كبيرة من العامل الحفاز. ففى تفاعل "فريدل كرافتس" (Friedel - Crafts reaction)، يلزم وجود العامل الحفاز كلوريد الألومنيوم بنسبة جزئية (ستيكومترية)، حيث يجب إضافة العامل الحفاز والمواد المتفاعلة بنسب أوزانها الجزئية، حيث يتكون مركبا وسيطا (غير ثابتا)، طبقا للمعادلة:



(مع ملاحظة أن هذا المركب الوسيط يتطلب تكوينه طاقة أقل نسبيا من تلك اللازمة فى حالة عدم وجود عامل حفاز).

ثم يتحلل المركب الوسيط، لإستعادة العامل الحفاز، مع تكوين منتج التفاعل النهائي.

وقد تأيدت نظرية تكوين المركب الوسيط عندما أمكن فصل المركب $(C_6H_5COCl.AlCl_3)$ ، ثم مفاعله بعد ذلك مع البنزين لتكوين البنزوفينون، طبقاً للمعادلة التالية:



3- العامل الحفاز لا يؤثر على موضع الاتزان

ففي حالة التفاعل المتزن، نجد أن العامل الحفاز يؤثر على التفاعل الأمامي (الطردي) والتفاعل الخلفي (العكسي) بنفس المقدار وإلى نفس المدى. وبذلك، فليس له تأثير على ثابت الاتزان ولا يغير من قيمته.

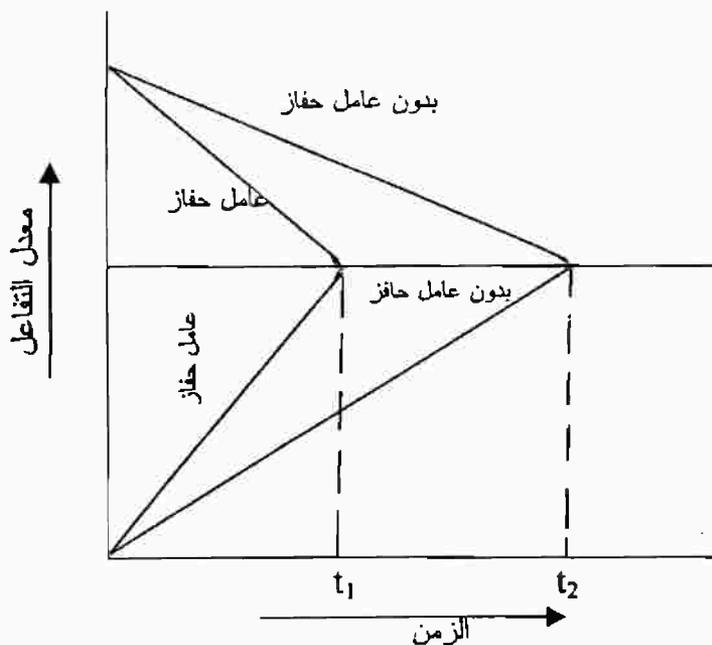
وفي الحقيقة، فإن العامل الحفاز يزيد ويعجل من سرعتي التفاعل الأمامي والخلفي بنفس المقدار، وهو يسرع الوصول إلى حالة الاتزان. فعند تحضير الأمونيا (غاز النوسادر) في الصناعة، فإنه تستخدم طريقة "هابر"، والذي يتحد فيها غاز الهيدروجين مع غاز النيتروجين لتكوين الأمونيا، طبقاً للمعادلة:



ففي البداية، تكون تركيزات كل من غازي الهيدروجين والنيتروجين (المتفاعلات) أكبر ما يمكن، وتكون سرعة تفاعلها كبيرة، أي إن سرعة التفاعل الطردي تكون كبيرة. ومع استمرار حدوث التفاعل تقل تركيز المواد المتفاعلة، وبالتالي يقل سرعة التفاعل الأمامي. وفي نفس الوقت يبدأ جزء من المواد المتفاعلة (وعند نفس ظروف التفاعل) في التفكك، ومع الوقت يزداد الجزء الذي يتفكك، وتزداد سرعة التفاعل الخلفي. وهكذا نقل سرعة التفاعل الطردي (الأمامي) وتزداد سرعة التفاعل الخلفي، حتى نصل إلى لحظة يتساوى عندها سرعتي التفاعل الأمامي والخلفي، ويحدث الاتزان.

وهذه العملية حتى الوصول إلى حالة الإتزان تستغرق عدة ساعات. ولكن إذا ماتم إضافة عامل مساعد (حفاز) إلى وسط هذا التفاعل، نجد أن الوصول إلى حالة الإتزان يكون سريعاً ويستغرق دقائق معدودة.

ويوضح الشكل (1-7) تأثير العامل الحفاز على سرعته التفاعل الأمامي والخلفي في التفاعل الإنعكاسي المتزن.



الشكل (1-7): تأثير العامل الحفاز على سرعته التفاعل الأمامي والخلفي في التفاعل الإنعكاسي المتزن.

4- ميل (قابلية) المتفاعلات للعامل الحفاز

لقد ثبت بالتجربة القاعدة التي نقول أن العامل الحفاز له قابلية كيميائية لوحد أو أكثر من المواد المتفاعلة.

فعلى سبيل المثال، نجد أن العوامل الحفازة المستخدمة في عمليات الهدرجة، مثل: البلاتينيوم (Pt)، والنيكل (Ni)، والنحاس (Cu)، تكون بسهولة مركبات سطحية نتيجة الامتصاص الكيميائي من النوع (Pt-H) و (Ni-H) و (Cu-H) مع الهيدروجين.

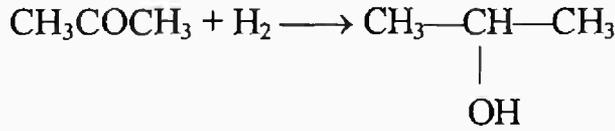
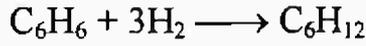
كذلك، نجد أن البلاتينيوم (Palladium) قادر على إذابة الهيدروجين، وتكون النتيجة تحطيم الشبكة البلورية للمعدن نتيجة حدوث تفاعل بين الهيدروجين (H_2) والبلاتينيوم (Palladium) والذي يمر من السطح إلى الوسط. والعوامل المحفزة المستخدمة في الإماهة والهيدرة، مثل: أكسيد الألومنيوم (Al_2O_3)، وكبريتات الألومنيوم $Al_2(SO_4)_3$ تكون قادرة على تكوين مركبات من النوع المهيدر مع الماء. وفعل هذه المواد في انتزاع الماء من الكحولات مشابه تماماً لذلك بالنسبة لحمض الكبريتيك. ويقال نفس الكلام عن العوامل المؤكسدة، فنجد أن البلاتينيوم (Pt) والبلاتينيوم (Palladium) يكون مركبات ذات سطح ممتز مع الأكسجين من النوع التالي:



كذلك، نجد أن أكسيد النحاس (CuO) يختزل بسهولة إلى معدن النحاس (Cu)، كما أنه يتأكسد بسهولة مرة أخرى ليكون (CuO). وهكذا، فإن قابلية العامل الحفاز للمفاعلات يؤكد تكون المترابك الوسيط، والذي يتميز بطبيعته غير الثابتة، والذي يتفكك ليعطى النواتج، حيث يعاد إخراج العامل الحفاز (حرا) إلى وسط التفاعل مرة أخرى.

5- خليط العوامل المحفزة

خليط العوامل المحفزة يتكون -عادة- بخلط اثنين أو أكثر من الأكاسيد، مثل ($Al_2O_3 + NiO + Cr_2O_3$) و ($Bi_2O_3 + MoO_3$) و ($Al_2O_3 + NiO$) و ($Al_2O_3 + Cr_2O_3$). ويمكن تغيير تركيب هذه العوامل المحفزة، وتعديل نسب وجود الأكاسيد، مما يغير من نشاطية هذه الأكاسيد كعوامل حفازة. ويوضح الشكل (7-2)، أن نشاطية (فاعلية) خليط العوامل المحفزة ($Ni + MgO$) يعتمد على محتوى (Ni) بالنسبة لعملية هدرجة البنزين أو اختزال الاستيتون:

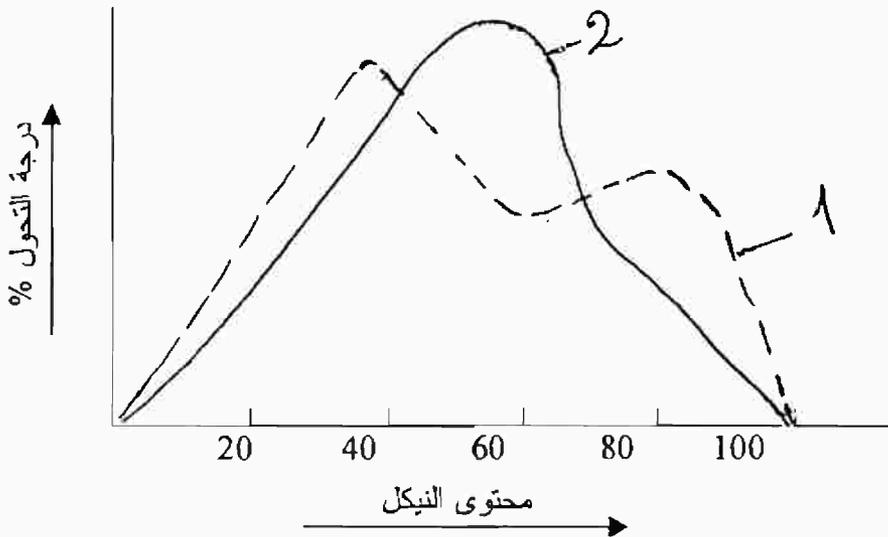


فقد وجد أن الفاعلية العظمى للعامل الحفاز في عملية هدرجة البنزين قد تم الوصول إليها عندما كان محتوى النيكل (Ni) (22%)، في حين كان محتوى النيكل (11%)، في عملية اختزال الأسيتون.

وهذه النتائج توضح تأثير نسبة وجود الأكسيد في خليط العامل الحفاز على اتجاه التفاعل والمواد الناتجة، حيث تتم عمليات الحفز عن طريق تكوين مراكز نشطة مختلفة في كل حالة.

6- خصوصية العامل الحفاز

المادة التي تستخدم كعامل حفاز تكون متخصصة في تأثيرها، أي إن المادة الحفازة يكون لها تأثير حفزي على تفاعل معين فقط.



شكل (2-7): اعتماد نسبة التحول على محتوى النيكل.

(1) اختزال الأسيتون. (2) هدرجة البنزين

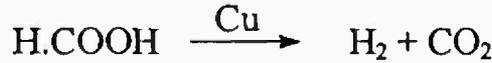
فالمادة التي تصلح كعامل حفاز لتفاعل معين قد لا تصلح كعامل حفاز لتفاعل آخر. كذلك، نجد أن نوع المادة الناتجة (أو النواتج) يتوقف على نوع المادة الحفازة، حتى لو كانت المادة المتفاعلة هي نفسها.

فالمادة الحفازة ليس بالضرورة أن تحفز جميع التفاعلات، فهي تحفز تفاعل ولا يكون لها أي تأثير على تفاعل آخر.

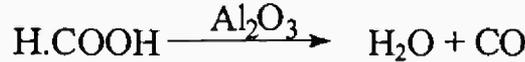
ومن أمثلة ذلك:

أ- تحلل حمض الفورميك

يتحلل حمض الفورميك في وجود النحاس كعامل حفاز بطريقة مختلفة عنها في حالة استخدام الألومينا كعامل حفاز. فحمض الفورميك يتحلل في وجود النحاس إلى الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون، طبقاً للمعادلة:

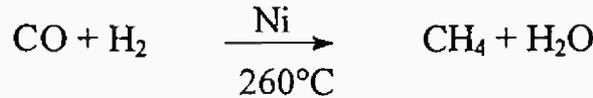


في حين أن حمض الفورميك يتحلل في وجود الألومينا (Al_2O_3) إلى ماء وأول أكسيد الكربون، طبقاً للمعادلة التالية:



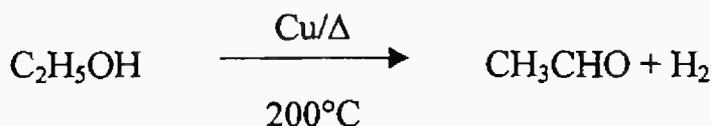
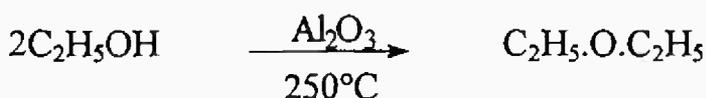
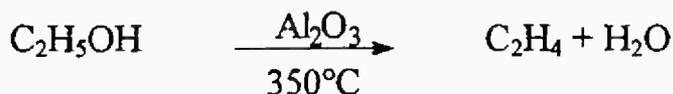
ب- تفاعل أول أكسيد الكربون مع الهيدروجين

نجد أن ناتج (نواتج) هذا التفاعل تختلف باختلاف العامل الحفاز المستخدم، كما يتضح من المعادلات الآتية:



ج- تفكك الكحول الأيثيلي

نجد أن الكحول الأيثيلي يتفكك في وجود أكسيد الألومنيوم (Al_2O_3) ليعطي الإيثيلين عند درجة (350°C)، بينما يعطي الإيثير عند درجة (250°C)، في حين أنه يتفكك في وجود النحاس (Cu) ليعطي الأستيلدهيد، كما يتضح من المعادلات التالية:



ففي التفاعل الأول حدث إخراج للماء وتكون الإيثيلين، أما في حالة التفاعل الثاني فقد حدث إخراج للماء وتكون الأثير، أما في التفاعل الثالث فقد حدث إخراج للهيدروجين وتكون الأستيلدهيد. واختلاف النواتج باختلاف العامل الحفاز المستخدم مع كون المادة المتفاعلة الأولية واحدة يؤكد خصوصية العامل الحفاز.

ويمكن تفسير التأثير التخصصي لعامل الحفز بواسطة "نظرية الامتزاز"، التي تنص على أن "المواد المتفاعلة تتركز على سطح العامل الحفاز نتيجة امتزازها عليه، مما يسرع عملية التفاعل طبقاً لقانون فعل الكتلة". ويؤدي اختلاف امتزاز المواد المتفاعلة باختلاف نوع مادة عامل الحفز إلى اختلاف عملية التنشيط، مما ينتج عنه اختلاف في نواتج التفاعل.

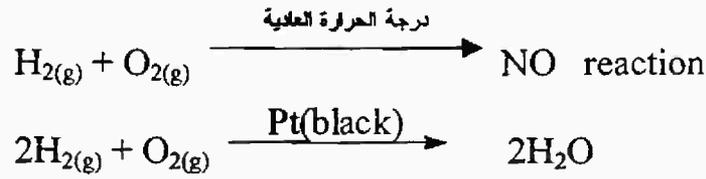
7- العامل الحفاز لا يبدأ التفاعل

كما ذكرنا من قبل، فإن العامل الحفاز يغير من سرعة التفاعل الكيميائي، ولكنه أبداً- لا يستطيع أن يبدأ تفاعل كيميائي مستحيل الحدوث.

فإذا أخبرنا العلم بأن تفاعل معين لا يمكن حدوثه، فمهما استخدمنا من مواد كعوامل حفازة فإنه لا يمكن إثارة هذا التفاعل وحدثه.

ولكن إذا كان التفاعل لا يمكن حدوثه عند الظروف العادية لكونه بطيء جداً، فإنه قد يمكن حدوثه في وجود عوامل حفازة معينة أو ظروف من الضغط ودرجة الحرارة.

ومن أمثلة ذلك، نجد أن الخليط الغازي من الهيدروجين والأكسجين - في الظروف العادية من الحرارة - فإنه لا يمكن حدوث تفاعل بين هذين الغازين. ولكن في وجود قطعة من البلاتين فإن هذين الغازين يتفاعلان ليكونا الماء، طبقاً للمعادلات الآتية:



8- العامل الحفاز المجزأ

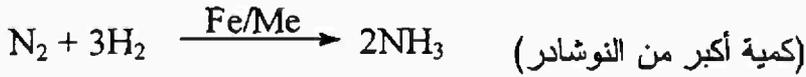
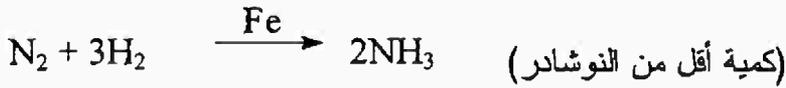
يؤدي العامل الحفاز دوره في تعجيل وتسريع التفاعل الكيميائي، من خلال امتزاز المواد المتفاعلة على سطحه حيث يتم التفاعل الكيميائي بينها على سطح العامل الحفاز.

ولذلك، يكون تأثير العامل الحفاز أفضل وأكبر على معدل التفاعل، عندما يكون العامل الحفاز مجزأ تجزئاً دقيقاً، لأن هذا التجزئ يزيد من مساحة سطح العامل الحفاز. ومن الثابت أن زيادة مساحة السطح تؤدي إلى زيادة صدمات المواد المتفاعلة بتعرضها للمساحة الفعلية الكبيرة في حالة العامل الحفاز المجزأ.

ولذلك، نلاحظ في كثير من التفاعلات المحفزة، أنه عند إضافة النيكل - مثلاً - كعامل حفاز، فإننا نستخدم النيكل المجزأ، وكذلك الحديد.

9- منشط العامل الحفاز

يمكن أن تزداد نشاطية العامل الحفاز نتيجة إضافة مادة أخرى إلى وسط التفاعل ، حيث إن هذه المادة المضافة ليست في طبيعتها حفازة، بمعنى لو أخذت بمفردها وأضيفت إلى وسط التفاعل فلا يكون لها أى أثر تحفيزى على التفاعل. فقد وجد عند إضافة مقادير بسيطة من بعض المواد صعبة الانصهار، مثل: أكسيد الألومنيوم أو أكسيد الكروم أو العناصر الأرضية النادرة إلى عامل الحفز (الحديد) المستخدم فى صناعة النوسادر، أن فعالية الحديد (كعامل حفاز) تزداد زيادة كبيرة عنه فى حالة وجود الحديد بمفرده.

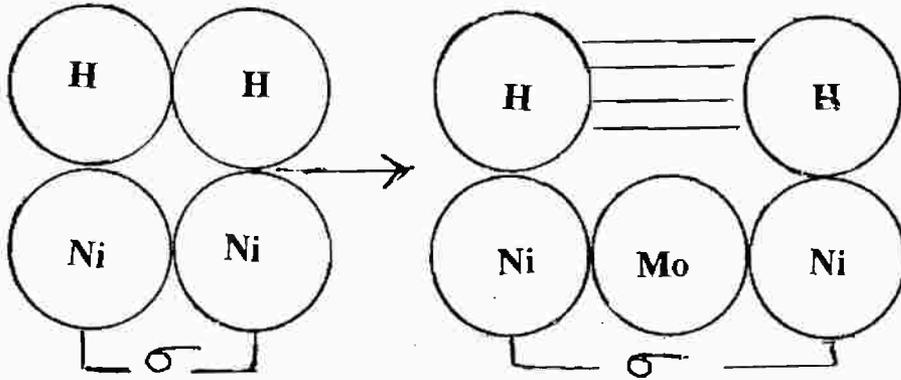


كذلك، وجد أن إضافة مادة أكسيد البوتاسيوم إلى النيكل (المستخدم كعامل حفاز)، يزيد من قدرة النيكل على حفز تفاعل هدرجة الزيوت. وتعرف المواد الغريبة التى لاتصلح فى ذاتها (بمفردها) كعوامل حفازة، ولكنها تزيد من نشاط العامل الحفاز عند إضافتها إليه بكميات بسيطة جدا، تعرف هذه المواد بـ "المنشطات" (Promoters or activators). والمنشط يمكن اعتباره على أنه محفز للعامل الحفاز أو أنه عامل حفاز للعامل الحفاز. وتعرف الظاهرة نفسها بـ "التشبيط"، أى : "activation" أو "Promotion".

وفى الحقيقة، فإن ميكانيكية العامل المنشط ليست مفهومة بوضوح، ولكن يمكن تفسير الفعل الحفزى للعامل المنشط من خلال افتراضيين محتملين، وهما:

أ- حدوث تغير في الفراغ الشبكي

حيث تتغير الفراغات الشبكية للعامل الحفاز، مما يؤدي إلى زيادة الفراغ بين حبيبات العامل الحفاز، وبالتالي فإن امتزاز مثلاً، الرابطة لجزيئات الهيدروجين على سطح العامل الحفاز تضعف وتتلصص. وهذا يجعل التفاعل يسير بطريقة أسرع، كما في الشكل (3-7)، مما يحول جزئ الهيدروجين إلى ذرات نشطة تزيد من سرعة التفاعل.



شكل (3-7): امتزاز جزيئات الهيدروجين على سطح العامل الحفاز.

ب- زيادة القمم والتحطيم

يؤدي وجود "المنشط" إلى زيادة القمم والتحطيم على سطح العامل الحفاز، مما يساعد على زيادة تركيز المواد المتفاعلة، وكذلك زيادة معدل التفاعل.

10- تسمم العامل الحفاز

عوامل الحفز غير المتجانسة تكون أكثر حساسية وتأثراً بالمواد الغريبة، فهي تؤثر عليها وتجعلها غير قادرة على القيام بعملية الحفز. فغالبا مايتأثر العامل الحفاز ويقف أو يتوقف تأثيره ومفعوله كعامل حفاز بوجود كمية صغيرة من الشوائب في المواد المتفاعلة.

ويقال في هذه الحالة أن العامل الحفاز قد تسمم، أي حدث له تسمم "Poisoning". وتسمى المادة (الشوائب) التي تمنع العامل الحفاز من القيام بدوره الحفزي بـ "المسمم" "Poisoner". ومن الجدير بالذكر، الإشارة إلى أن جزيئات المواد المسممة تتمتع بتكافؤات حرة إضافية، والتي تلعب دوراً مهماً في الامتزاز المفضل لهذه الجزيئات على سطح العامل الحفاز. وينشأ عن هذه التكافؤات الحرة لجزيئات المادة المسممة (Poisoner)، والتكافؤات غير المشبعة على سطح العامل الحفاز نوع من الإتحاد الذي ينتج عنه تشبع كل منهما، وبالتالي تفقد قابليتها وقدرتها على القيام بدورها الحفزي، وتتحول إلى مادة عادية.

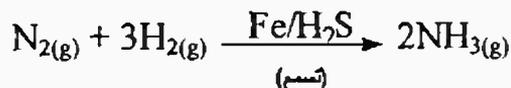
وتكفي كميات بسيطة جداً من المادة المسممة لتكوين طبقة أحادية الجزيئات على سطح العامل الحفاز، حيث تعمل كحاجز يمنع العامل الحفاز من القيام بدوره الحفزي (هذه الطبقة تمنع امتزاز المواد المتفاعلة على سطح العامل الحفاز).

أمثلة لتسمم العامل الحفاز:

هناك أمثلة عديدة لتفاعلات يحدث فيها تسمم للعامل الحفاز، منها:

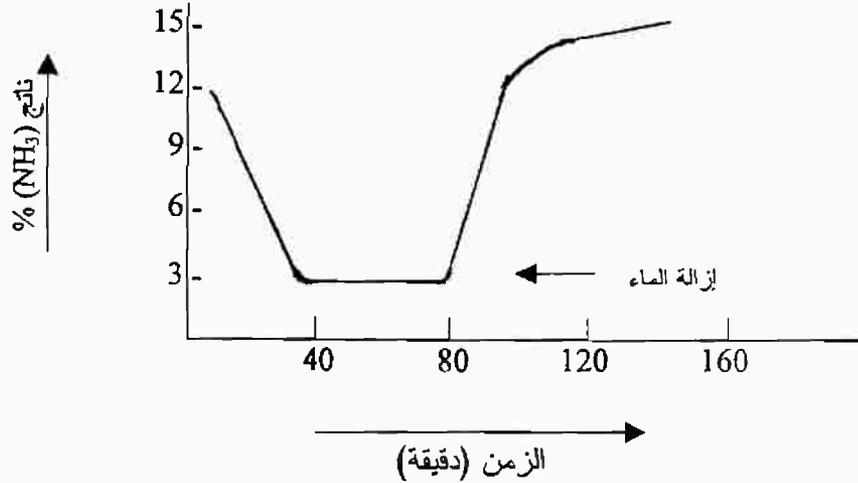
1- تحضير الأمونيا

وجد أن العامل الحفاز المستخدم في تحضير غاز النوشادر وهو الحديد، يتسمم نتيجة وجود شوائب من كبريتيد الهيدروجين (H_2S). ومع الوقت يلاحظ أن الحديد فقد تأثيره الحفزي على هذا التفاعل:



كذلك، وجد أن تسمم الحديد قد يحدث نتيجة وجود الماء. والشكل (7-4) يوضح حركية التسمم العكسي للعامل الحفاز (الحديد) بواسطة بخار الماء عند تحضير غاز النوشادر. فعندما تم إمرار الغازات الرطبة، وجد أن فاعلية العامل الحفاز انخفضت

بمقدار (1/6) قيمتها الابتدائية، في حين أنه عندما استخدمت غازات جافة من الهيدروجين والنيتروجين، عادت فاعلية العامل الحفاز إلى قيمتها الابتدائية خلال ساعة من الزمن.



شكل (4-7) : التسمم الإنعكاسي للعامل الحفاز الحديد بواسطة (بخار الماء) عند تحضير غاز النوشادر.

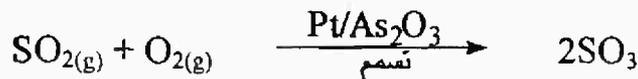
ب- تحضير الماء

وجد أن العامل الحفاز المستخدم في تحضير الماء وهو البلاتين يتسم بواسطة أول أكسيد الكربون، حيث يفقد البلاتين تأثيره الحفزي على التفاعل.



ج- تحضير ثالث أكسيد الكبريت

فالعامل الحفاز المستخدم في أكسدة ثاني أكسيد الكبريت وهو البلاتين يتسم نتيجة وجود أكسيد الزرنيخ (As₂O₃).

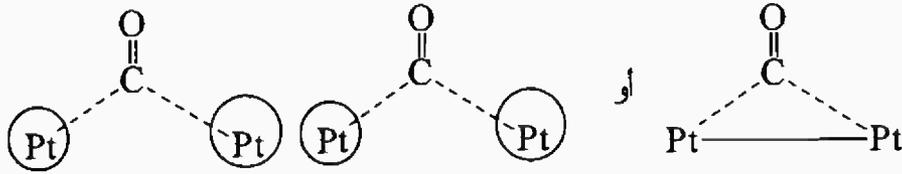


أنواع التسمم: (Types of poisoning)

يمكن تقسيم التسمم الذي يحدث للعامل الحفاز إلى نوعين، وهما: تسمم مؤقت وتسمم دائم.

أ- التسمم المؤقت: (Temporary poisoning)

ففي هذه الحالة، تمتاز المادة السامة (المسممة) على سطح العامل الحفاز، حيث تكون طبقة رقيقة تمنع وصول المواد المتفاعلة إلى سطح العامل الحفاز، كما أنها قد تقلل من مساحة سطح العامل الحفاز الذي يمكن أن تصله المواد المتفاعلة. ويمكن توضيح ذلك، فعند تحضير الماء يستخدم البلاتين كعامل حفاز، ولكن وجد أن "CO" يعمل كمسمم للعامل الحفاز حيث يترسب على سطح العامل الحفاز، كما هو موضح بالشكل (5-7).



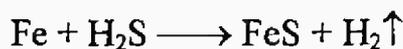
شكل (5-7): أول أكسيد الكربون يكون طبقة رقيقة على سطح العامل الحفاز (البلاتين).

ويمكن التخلص من التسمم المؤقت بطريقة سهلة، حيث يتم فصل المادة (المسممة) من على سطح العامل الحفاز عن طريق "الكشط" أو الجرد أو أي طريقة فيزيائية، حيث أن المادة (المسممة) تكون ممتزة على سطح العامل الحفاز بواسطة قوى فيزيائية.

ب- التسمم الدائم: (Permmanent Poisoning)

في هذا النوع من التسمم، فإن المادة (المسممة) تكون قد تفاعلت مع العامل الحفاز مكونة (مادة) سطحاً جديداً خاملاً، وهكذا يفقد العامل الحفاز فعاليته.

ف نجد أن الحديد المستخدم كعامل حفاز عند تحضير غاز النوشادر (الأمونيا) بطريقة "هابر" يتسم نتيجة وجود كبريتيد الهيدروجين (H_2S)، حيث تتفاعل معه كيميائياً مكونة مادة جديدة (FeS) غير حفازه، ويختفى العامل الحفاز الأصلي وهو الحديد، طبقاً للمعادلة التالية:



وهكذا، نجد أن المادة المسممة تفاعلت مع العامل الحفاز كيميائياً حيث تكونت مادة جديدة ذات روابط كيميائية قوية.

ويمكن التخلص من التسمم الدائم وذلك بمعاملة العامل الحفاز المسمم معاملة كيميائية، يتم من خلالها إرجاع العامل الحفاز إلى حالته وطبيعته الأولى حيث يكون قد تخلص تماماً من تلك المادة المسممة التي تفاعلت معه.

11- الحفز الذاتى (Auto catalysis)

فى الحفز الذاتى، تقوم إحدى المواد المتكونة أثناء التفاعل بدور العامل الحفاز. فقد وجد أن هناك بعض التفاعلات التى يمكن فيها لأحد المواد المتكونة أثناء سير التفاعل أن تحفز ذلك التفاعل. فمثلاً عند معايرة حمض الاوكساليك بواسطة برمنجنات البوتاسيوم ($KMnO_4$)، لوحظ بعد إضافة الكمية الصغيرة الأولى من البرمنجنات إلى محلول حمض الأوكساليك الساخن، أن التفاعل يكون بطيئاً، ويلزم بعض الوقت لى يزول لون البرمنجنات، ولكن ينتج عن إضافة الكمية الثانية والكميات التالية من البرمنجنات أن اللون يزول بسرعة. ويمكن تفسير ذلك بتأثير وجود أيونات المنجنوز ($manganous\ ions$) التى تتكون أثناء التفاعل.

كذلك، فإنه عند تأثير حمض النيتريك (HNO_3) المركز على النحاس، يكون التفاعل بطيئاً فى البداية، ولكنه يصبح سريعاً بمجرد تكون (NO) أثناء التفاعل. كذلك يسرع تفاعل تحلل خلايا الإيثيل بالماء عند تكوين حمض الخليك كنتائج من نواتج التفاعل، طبقاً للمعادلة التالية:



ف نجد أن حمض الخليك يعمل أيضا كعامل حفاز بالإضافة إلى وجود الوسط

الحمضي.

كما وجد أن تكسير هيدريد الزرنيخ يعتبر مثالا لتفاعلات الحفز الذاتي، حيث

أن الزرنيخ الحر الناتج من تكسير هيدريد الزرنيخ يمكن أن يكون عاملا حفازا لتكسير

هيدريد الزرنيخ، طبقا للمعادلة:



(عامل حفاز)

أسئلة ومسائل عامة

- 1- أذكر الملامح العامة (الخواص) للتفاعلات المحفزة.
- 2- وضح كيف أن إضافة العامل الحفاز للتفاعل المتزن لا يؤثر على موضع الاتزان.
- 3- تكلم عن خصوصية العامل الحفاز، موضحاً إجابتك بالأمثلة.
- 4- وضح صحة العبارة التالية: "العامل الحفاز لا يبدأ التفاعل".
- 5- عرف : المنشط – ظاهرة التنشيط.
- 6- اشرح ميكانيكية العامل المنشط في حدوث دوره المنشط للعامل الحفاز.
- 7- اكتب نبذة مختصرة عن تسمم العامل الحفاز، موضحاً تعريف "المسمم"، مع إعطاء بعض الأمثلة توضح دور المسمم.
- 8- تكلم عن التسمم المؤقت والتسمم الدائم، موضحاً كيف يمكن التخلص من كل منهما.
- 9- اشرح ما المقصود بالحفز الذاتي، مع إعطاء أمثلة.
- 10- وضح لماذا يكون العامل الحفاز المجرأ أقوى في التأثير على معدل التفاعل.
- 11- ناقش ميل (قابلية) المتفاعلات للعامل الحفاز.
- 12- أكتب نبذة مختصرة عن خليط العوامل الحفازة.
- 13- وضح كيف أن الفاعلية لخليط العامل الحفاز تعتمد على محتوى أحد الأكاسيد المكونة له.