



الإتزان الكيميائي



الاتزان الكيميائي

حالة الاتزان الديناميكي

تحدث كثير من التفاعلات و تنتهي باستهلاك إحدى المواد المتفاعلة أو جميعها
مثلا : إحتراق المغنيسيوم



حيث يشير السهم الى اتجاه سير التفاعل .

تقسم التفاعلات الكيميائية حسب اتجاه حدوثها الى :

1- تفاعلات غير منعكسة :

هي تفاعلات تتحول فيها كل من المواد المتفاعلة الى مواد ناتجة (أي أن التفاعل يسير باتجاه واحد)

مثال : تفاعل احتراق سكر الغلوكوز مع كمية كافية من الاكسجين و تأين الحموض والقواعد القوية



2- تفاعلات منعكسة :

هي تفاعلات يمكن فيها للمواد الناتجة أن تعود و تشكل المواد المتفاعلة (يعبر عنها عادة بسهمين)

مثال : تفاعل تفكك الهيدرازين في وعاء مغلق و تأين الحموض والقواعد الضعيفة

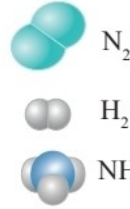
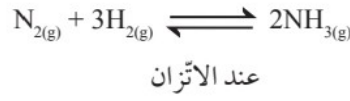
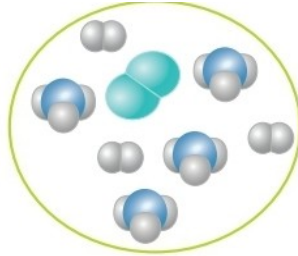
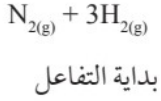
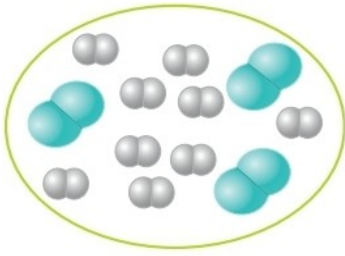


في التفاعلات المنعكسة يحدث التفاعل باتجاهين متعاكسين و يقسم الى قسمين :-

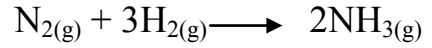
1- تفاعل أمامي 2- تفاعل عكسي

التفاعل الأمامي :- هو تفاعل المواد المتفاعلة مع بعضها البعض لتكوين المواد الناتجة

التفاعل العكسي :- تفاعل المواد الناتجة معا فور تكونها و تعيد تكوين المواد المتفاعلة مرة أخرى



مثال :- تحضير غاز الأمونيا



وعندما يتكون غاز الأمونيا في وعاء التفاعل فإنه يبدأ بالتفكك و يتكون كل من غاز النيتروجين و غاز الهيدروجين في ما يعرف بالتفاعل العكسي

التفاعلات المنعكسة :-

تفاعلات تحدث بالاتجاهين الأمامي والعكسي في الوقت نفسه ويعبر عنها بمعادلة كيميائية حيث يكتب فيها سهمان باتجاهين متعاكسين ($\rightleftharpoons$) .



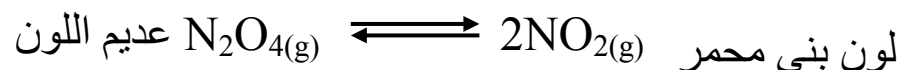
سرعة التفاعل الأمامي (Forward reaction Rate): السرعة التي تتحول فيها المواد المتفاعلة إلى مواد ناتجة في التفاعل المنعكس.

سرعة التفاعل العكسي (Reverse Reaction Rate) : السرعة التي تتحول فيها المواد الناتجة إلى مواد متفاعلة في التفاعل المنعكس.

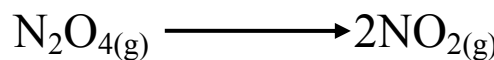
وعندما تصبح سرعة التفاعل الأمامي مساوية لسرعة التفاعل العكسي يصل التفاعل الى حالة من الاتزان .

الاتزان الديناميكي (Dynamic Equilibrium) :- حالة يصل إليها التفاعل ويستمر عندها حدوث التفاعل بالاتجاهين الأمامي والعكسي بالسرعة نفسها وتثبت الخصائص الخاصة بها

مثال : تفكك غاز رباعي أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_4



يبدأ التفاعل الأمامي بتحول غاز رباعي أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_4 الى غاز ثنائي أكسيد النيتروجين NO_2 بسرعة عالية نسبيا



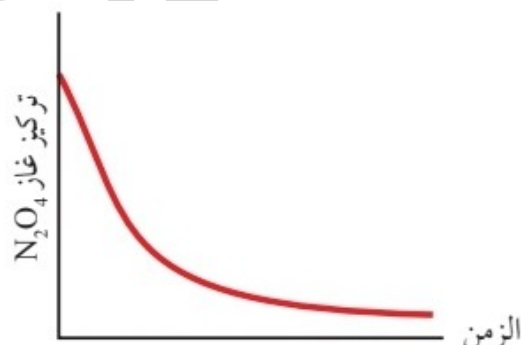
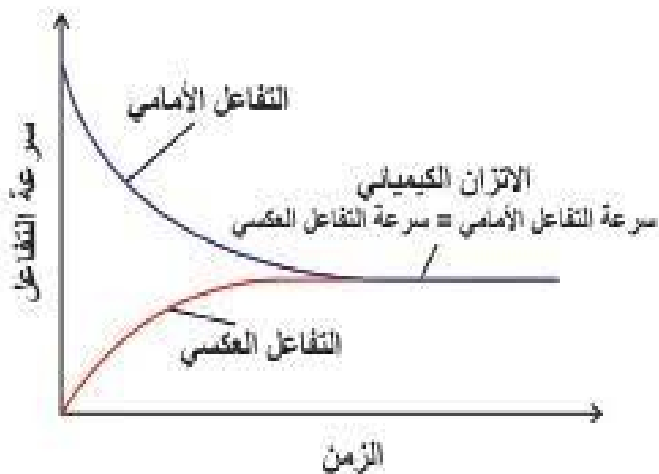
في بداية التفاعل تكون :

** سرعة التفاعل الامامي عالية نسبيا لأن تركيز NO_2 يكون أكبر ما يكون

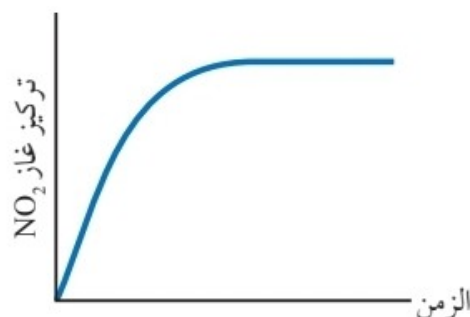
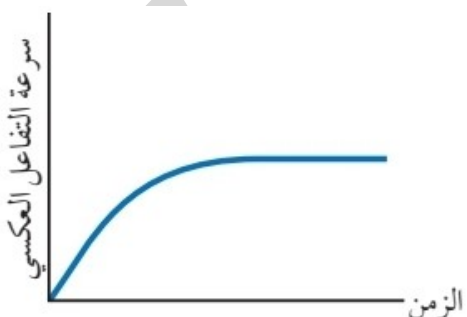
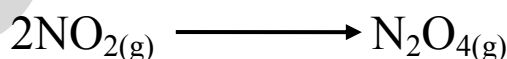
** سرعة التفاعل الامامي تقل تدريجيا بسبب تفاعله في المقابل

** سرعة التفاعل العكسي تكون صفرا في بداية التفاعل لأن تركيز يزداد تدريجيا مع مرور الزمن حتى يصبح مساوي لسرعة التفاعل الامامي

وبمرور الوقت يقل تركيز N_2O_4 و تتناقص سرعة التفاعل الامامي

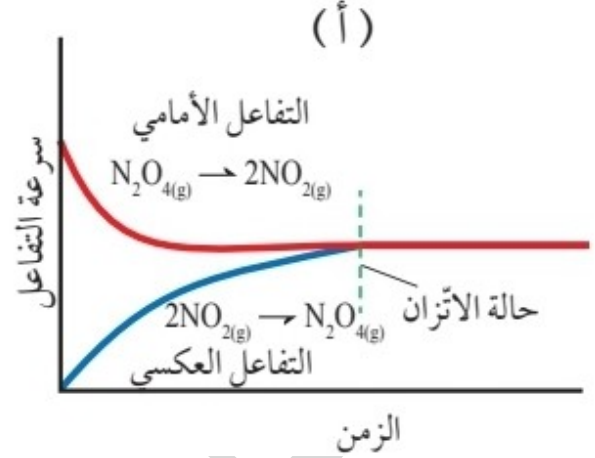
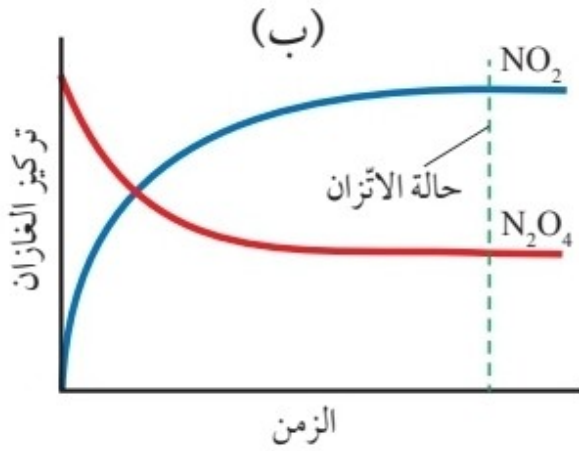


أما غاز NO_2 فيكون تركيزه عند بداية التفاعل صفرا وسرعة التفاعل العكسي صفرا و بسبب تفكك غاز N_2O_4 يبدأ تكون غاز NO_2 وظهور اللون البني في وعاء التفاعل و يبدأ التفاعل العكسي بالحدوث و تحول غاز NO_2 الى غاز N_2O_4 بسرعة بطيئة



وبما أن تراكيز المواد المتفاعلة و سرعة التفاعل الامامي يتناقصان بمرور الزمن و في الوقت نفسه يتزايد تراكيز المواد الناتجة و تتزايد سرعة التفاعل العكسي الى ان يصل التفاعل الى حالة الاتزان حيث تصبح سرعة التفاعل الامامي مساوية لسرعة التفاعل العكسي وتثبت تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة

سرعة التفاعل الأمامي = سرعة التفاعل العكسي

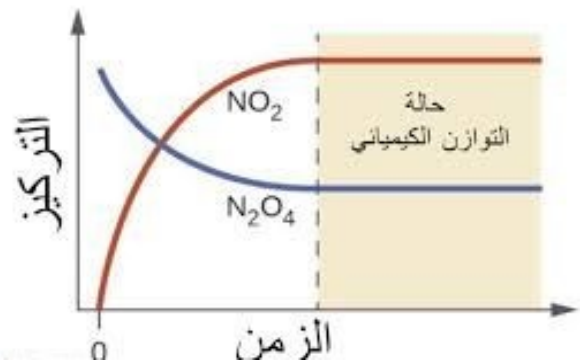
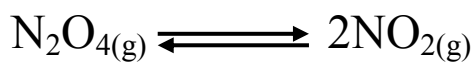


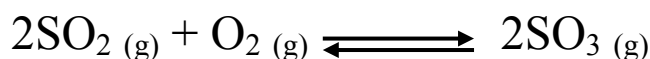
مهم جدا :

- 1- تصبح سرعة التفاعل الأمامي مساوية لسرعته في التفاعل العكسي
- 2- تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والنواتجة



وبهذا فإن وعاء التفاعل يحتوي على خليط من الغازين بنسب ثابتة و يصبح لون الخليط بنيا باهتا و يعبر عن التفاعل المتزن السابق بالمعادلة الاتية :





الحل :

عند الاتزان	قبل الاتزان	
ثابت	أكبر مايمكن وتقل تدريجيا	تركيز O_2 / SO_2
ثابت	صفر و يزداد تدريجيا	تركيز SO_3
مساوية لسرعة التفاعل العكسي	سرعة عالية تقل تدريجيا	سرعة التفاعل الأمامي
مساوية لسرعة التفاعل الأمامي	صفر و تزداد تدريجيا	سرعة التفاعل العكسي



العوامل المؤثرة في الاتزان

قبل البدء بمعرفة العوامل المؤثرة على الاتزان يجب توضيح بعض المصطلحات

موضع الاتزان :

حالة الاتزان التي تكون عندها نسبة المواد الناتجة أكبر من المواد المتفاعلة ، ويكون الاتزان مُزاحا **جهة المواد الناتجة** ، أو تكون نسبة المواد المتفاعلة أكبر من المواد المتفاعلة ، ويكون الاتزان مُزاحا نحو **المواد المتفاعلة** .

أو هو ميل الاتزان باتجاه النواتج أو المواد المتفاعلة

درس العلم لوتشاتلييه التغيرات التي يمكن أن تؤثر في موضع الاتزان و توصل الى مبدأ سمي باسمه

مبدأ لوتشاتلييه :

ينص على أن " إذا حدث تغيير في أحد العوامل المؤثرة في

الاتزان لتفاعل كيميائي متزن مثل التركيز أو الضغط أو درجة

الحرارة ، فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتزان للتقليل من

أثر ذلك التغيير "



أتحقق صـ 89 :

العوامل التي درسها لوتشاتلييه :

1- التركيز 2- الضغط

3- درجة الحرارة

4- العامل المساعد (الحفاز)



أولا : التركيز **Concentration**

تأملّي التفاعل الآتي لبيان أثر التركيز في الاتزان الكيميائي :

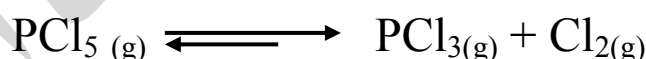


- عند زيادة تركيز A يؤدي الى نقص في تركيز **النواتج** فيدفع الاتزان نحو **النواتج** ، فتزداد سرعة التفاعل الأمامي لتعويض النقص في تركيز **النواتج**

- عند زيادة تركيز B أو C يؤدي الى نقص في تركيز **المتفاعلات** فيدفع الاتزان نحو **المتفاعلات** فتزداد سرعة التفاعل العكسي لتعويض النقص في تركيز **المتفاعلات**

- سحب B أو C من التفاعل يؤدي الى حدوث نقص في تراكيز **النواتج** ، فيدفع الاتزان نحو **النواتج** ، فتزداد سرعة التفاعل الأمامي لتعويض النقص في تركيز **النواتج**

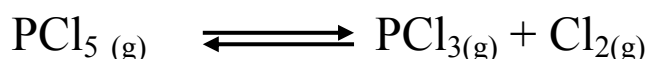
أثر زيادة تركيز غاز PCl_5 على التفاعل المتزن الآتي :



- عند اضافة PCl_5 يزداد تركيزه في المحلول ويختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتزان وإزاحته جهة اليمين التي تُقلل من أثر هذه الزيادة

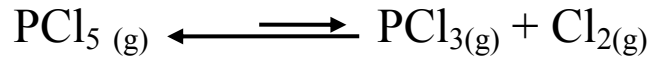
- بالتالي تزداد سرعة التفاعل الأمامي و يتكون كميات جديدة من **النواتج** PCl_3 و Cl_2 وتزداد تراكيزها

- تبدأ سرعة التفاعل العكسي بالتزايد، وسرعة التفاعل الأمامي بالتناقص الى أن تتساوى السرعتان فيعود التفاعل إلى حالة الاتزان من جديد .



وتحدث التغيرات ذاتها فيما لو جرت إزالة كمية من أو سحبها من وعاء التفاعل Cl_2 أو PCl_3

أثر زيادة تركيز غاز Cl_2 على التفاعل المتزن الآتي :



- عند اضافة Cl_2 يزداد تركيزه في المحلول ويختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه سوف تزداد سرعة التفاعل العكسي للتقليل من أثر هذه الزيادة، ويُزاح موضع الاتزان جهة اليسار

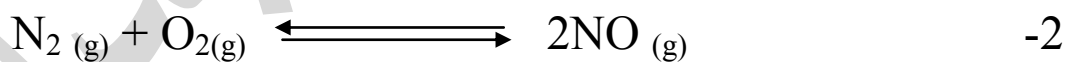
- ونتيجة لذلك؛ تنتج كمية جديدة من غاز PCl_5 ويزداد تركيزه لذلك ؛ تبدأ سرعة التفاعل العكسي بالتناقص وسرعة التفاعل الأمامي بالتزايد، إلى أن تصبح السرعتان متساويتين، فيعود التفاعل إلى حالة الاتزان من جديد.

أتحقق صـ 91 :



عند اضافة HCl يزداد تركيزه في المحلول ويختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتزان وإزاحته جهة النواتج التي تُقلل من أثر هذه الزيادة

- بالتالي تزداد سرعة التفاعل الأمامي و يتكون كميات جديدة من النواتج H_2O و Cl_2 وترداد تراكيظها



عند سحب O_2 يقل تركيزه في المحلول ويختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتزان وإزاحته جهة المتفاعلات التي تُقلل من أثر هذا النقصان

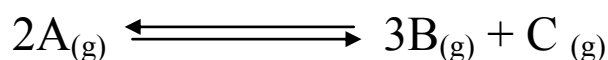
- يقل تركيز NO و يزداد تركيز N_2

ثانيا : الضغط Pressure

أثر الضغط في التفاعلات المتزنة التي تحوي غازات حيث لا تتأثر المواد الصلبة أو السائلة بتغيرات الضغط في وعاء التفاعل

ضغط الغاز يتناسب عكسيا مع حجم الوعاء و طرديا مع عدد مولاته أو جزيئاته .

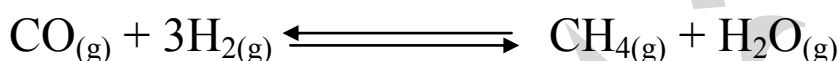
تأملّي التفاعل الآتي لبيان أثر الضغط في الاتزان الكيميائي :



عند زيادة الضغط على وعاء التفاعل يؤدي الى انزياح الاتزان نحو المتفاعلات ، لأن عدد مولات الغاز A (2) mol بينما مجموع عدد مولات الغاز B , C (4) mol .

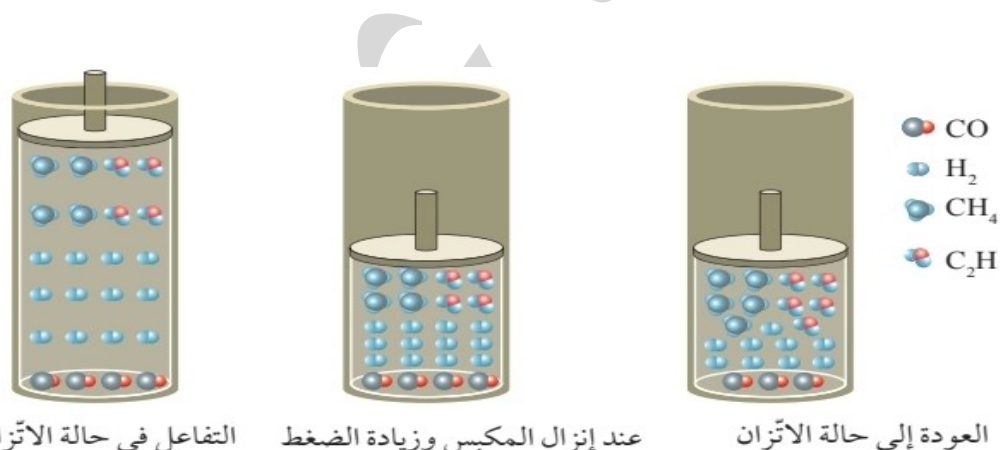
**** زيادة الضغط يدفع الاتزان نحو الحجم الأقل (عدد مولات أقل)**

مثال :- تأملّي التفاعل الآتي لتحضير غاز الميثان صناعيا :



يمكن زيادة كمية غاز الميثان الناتجة بالتحكم في موضع الاتزان عن طريق تغيير ضغط الغازات في وعاء التفاعل؛

من معادلة التفاعل نلاحظ أن هناك أربعة مولات من الغازات المتفاعلة ($CO_{(g)} + 3H_{2(g)}$) ومولين من المواد الناتجة ($CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$) ،

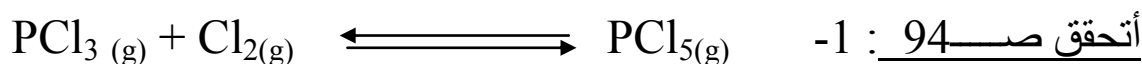


- عند إنزال المكبس للأسفل يقل حجم الوعاء ويزداد ضغط الغازات في وعاء التفاعل

- للتقليل من أثر زيادة الضغط يعمل التفاعل على إزاحة موضع الاتزان إلى الجهة التي تحتوي عدد مولات أقل من المواد الغازية، أي جهة المواد الناتجة، ويقل بذلك عدد المولات الكلي في وعاء التفاعل ويقل الضغط

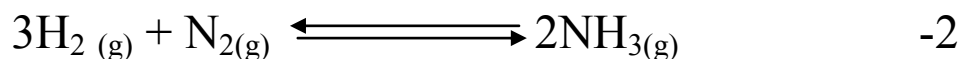
- وبذلك تزداد سرعة التفاعل الأمامي ويزداد تكوين غاز الميثان

وبعد مدة قصيرة؛ تبدأ سرعة التفاعل الأمامي بالتناقص وتترايد سرعة التفاعل العكسي إلى أن تتساوى السرعتان ، ويعود التفاعل إلى حالة الاتزان من جديد .



من معادلة التفاعل نلاحظ أن هناك مولين من الغازات المتفاعلة $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ و مول واحد من المواد الناتجة PCl_5

زيادة الضغط تؤدي الى انزياح موضع الاتزان نحو عدد المولات الأقل أي باتجاه النواتج التفاعل الأمامي



بما أن ضغط الغاز يتناسب عكسيا مع حجم الغاز فإن زيادة حجم الوعاء يؤدي الى تقليل الضغط

من معادلة التفاعل نلاحظ أن هناك اربع مولات من الغازات المتفاعلة $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g})$ و مولين من المواد الناتجة $2\text{NH}_3(\text{g})$ أي يزاح موضع الاتزان نحو الجهة التي تزيد من الضغط أي نحو عدد المولات الأعلى أي باتجاه المواد المتفاعلة (التفاعل العكسي)

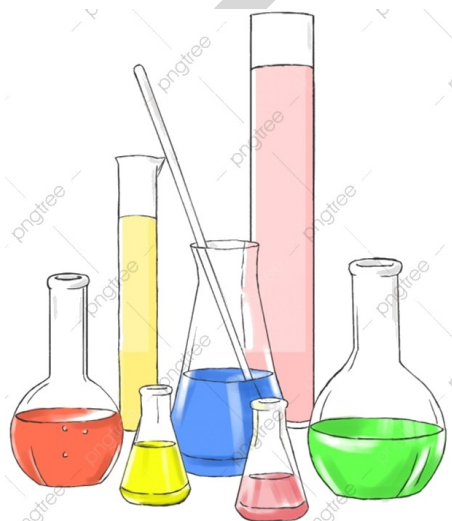
ثالثا : درجة الحرارة Temperature

أثر درجة الحرارة على النظام المتزن

يختلف تأثير درجة الحرارة على النظام المتزن باختلاف نوع التفاعل (ماص أو طارد) للحرارة

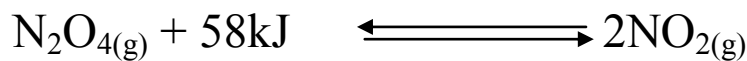
**** عند زيادة درجة الحرارة على التفاعل الماص للحرارة يدفع الاتزان نحو النواتج**

**** عند زيادة درجة الحرارة على التفاعل الطارد للحرارة يدفع الاتزان نحو المتفاعلات**



المؤثر	ماص للحرارة $+\Delta H$	طارد للحرارة $-\Delta H$
زيادة درجة الحرارة	يتجه التفاعل نحو اليمين فيزيد من تراكيز النواتج وتزيد قيمة ثابت الاتزان	يتجه التفاعل نحو اليسار فيقل من تراكيز النواتج وتقل قيمة ثابت الاتزان
نقص درجة الحرارة	يتجه التفاعل نحو اليسار فيقل من تراكيز النواتج وتقل قيمة ثابت الاتزان	يتجه التفاعل نحو اليمين فيزيد من تراكيز النواتج وتزيد قيمة ثابت الاتزان

مثال : دراسة أثر تغيير درجة الحرارة لتفاعل مُتزن ماصّ للحرارة مثل تفاعل تحلل رباعي أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_4 .

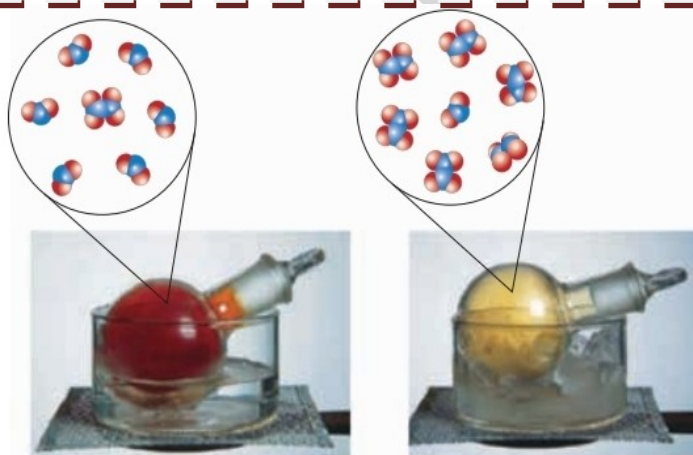


عديم اللون

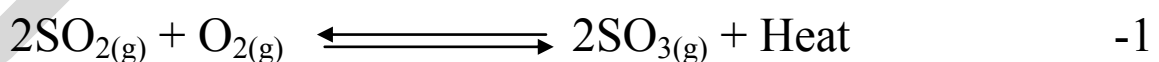
لون بني محمر

يكونُ التفاعل في حالة اتزان عند درجة حرارة الغرفة ، وعند تسخين خليط الغازات تزداد درجة حرارته، ممّا يدفعُ التفاعل إلى تعديل موضع الاتزان ويَتَجّه نحو الجهة التي تستهلك الحرارة الزائدة ؛ أي جهة إنتاج NO_2 لذا يُلاحظُ حدوثُ زيادة في شِدّة اللونِ البُنّي المُحمّر، وتستقر شدته بعد مدّة من الزمن، ويصلُ التفاعل إلى حالة اتزان جديدة ولا يعود إلى اللون الباهت مرة أخرى

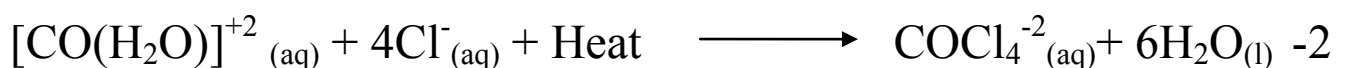
ملاحظة مهمة جدا :- أن تغيير درجة حرارة التفاعل المُتزن يؤدي إلى حالة اتزان جديدة، لا يعودُ فيها التفاعل إلى حالة الاتزان التي كان عليها.



أتحقق ص 95 :



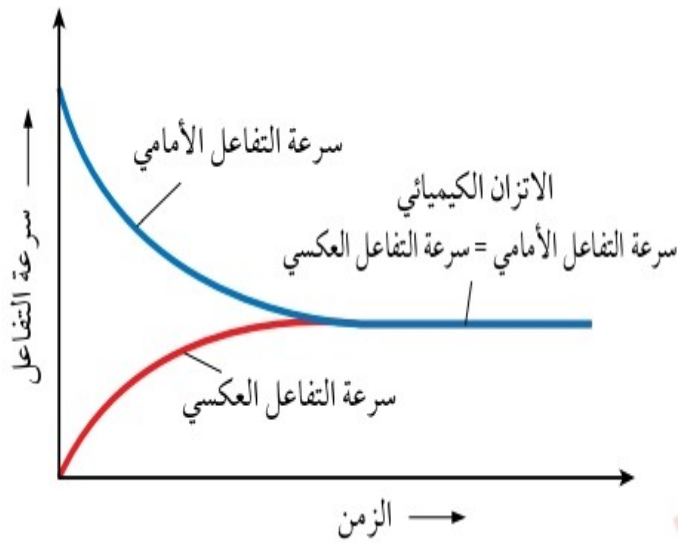
التفاعل طارد للحرارة لان الحرارة على جهة النواتج و عند رفع درجة الحرارة يعدل الاتزان نفسه فيتجه بالاتجاه العكسي ليققل من الحرارة فيزيد تركيز SO_2 ، أي يزاح الاتزان نحو جهة المواد المتفاعلة



التفاعل ماص للحرارة لان الحرارة على جهة المتفاعلات و عند رفع درجة الحرارة يعدل الاتزان نفسه فينتجه بالاتجاه الأمامي ليقفل من الحرارة فيزيد تركيز COCl_4^{-2} فيظهر اللون الأزرق أي يزاح الاتزان نحو الاتجاه الأمامي (النواتج) .

رابعاً : العامل المساعد (الحفاز) Catalyst

في التفاعلات المتزنة يستمر التفاعل بالحدوث في الإتجاهين الأمامي و العكسي كما في الشكل



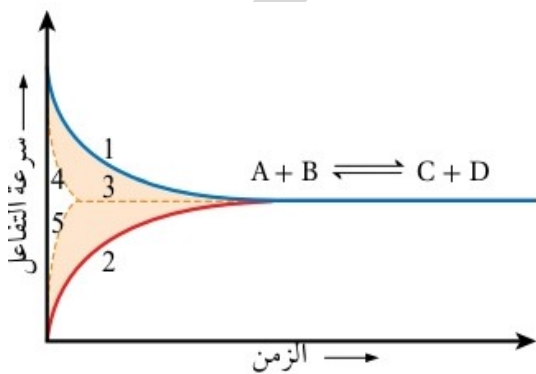
العامل المساعد :-
مادة تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي دون أن تستهلك أثناء التفاعل
ما أثر العامل المساعد في سرعة التفاعل :-

يمهد مساراً بديلاً للتفاعل ما يجعل

التفاعل :- يحدث بشكل أسرع

الزمن :- أقل موضع الإتزان :- لا يتأثر

أثر العامل المساعد في موضع الإتزان :-



- 1 . سرعة التفاعل الأمامي بدون عامل مساعد.
- 2 . سرعة التفاعل العكسي بدون عامل مساعد.
- 3 . حالة الاتزان الكيميائي.
- 4 . سرعة التفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد.
- 5 . سرعة التفاعل العكسي بوجود عامل مساعد.

تصل التفاعلات

المنعكسة الى حالة

اتزان كيميائي ما

يعني ان سرعة

التفاعل الأمامي

تساوي سرعة التفاعل

العكسي و في اللحظة

التي تتساوي فيها سرعة التفاعل الأمامي مع سرعة التفاعل العكسي يكون التفاعل قد وصل الى موضع الإتزان و عند إضافة العامل المساعد فإنه يعمل على زيادة سرعة التفاعل

الكيميائي في الإتجاهين و بذلك تزداد سرعة وصول التفاعل الى حالة الإتزان و يقل الزمن اللازم لذلك و بهذه فإن موضع الإتزان لا يتأثر



مراجعة الدرس

1- الاتزان الديناميكي

حالة لا يبدي فيها النظام أي تغيير في خصائصه إذ تكون سرعة التفاعل الأمامي مساوية لسرعة التفاعل العكسي و يتأثر الاتزان بأربعة عوامل :- 1- التركيز

2- الضغط

3- درجة الحرارة

4- العامل المساعد يساعد من سرعة الوصول الى حالة الاتزان ولا يغير من موضع الاتزان

2- التعاريف وردت خلال الدرس



أ- زيادة تركيز PCl_3 في المحلول يختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتزان وإزاحته جهة اليمين باتجاه النواتج التي تُقلل من أثر هذه الزيادة

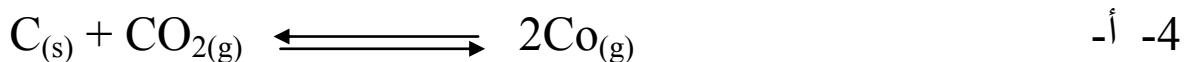
وبالتالي يقل تركيز NH_3

ب- عند سحب HCl يقل تركيزه في المحلول ويختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتزان وإزاحته جهة اليمين (الأمامي) التي تُقلل من أثر

هذا النقصان ويقل تركيز NH_3

ج- زيادة تركيز $\text{P}(\text{NH}_2)_3$ في المحلول يختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتزان وإزاحته جهة اليسار باتجاه المتفاعلات التي تُقلل من أثر هذه

الزيادة وبالتالي يزداد تركيز NH_3



زيادة الضغط تؤدي الى انزياح موضع الاتزان نحو عدد المولات الأقل أي باتجاه المتفاعلات



زيادة الضغط تؤدي الى انزياح موضع الاتزان نحو عدد المولات الأقل أي باتجاه النواتج
و يتم انتاج كمية أكبر من SO_3



زيادة الضغط تؤدي الى انزياح موضع الاتزان نحو عدد المولات الأقل أي باتجاه النواتج



زيادة الضغط تؤدي الى انزياح موضع الاتزان نحو عدد المولات الأقل أي باتجاه المتفاعلات



أ- بما أن ضغط الغاز يتناسب عكسيا مع حجم الوعاء فإن زيادة حجم الوعاء يؤدي الى تقليل الضغط

من معادلة التفاعل نلاحظ أن هناك (2 mol) من الغازات المتفاعلة $C_2H_{4(g)} + H_2O_{(g)}$ و (1 mol) من المواد الناتجة $C_2H_5OH_{(g)}$

انخفاض الضغط تؤدي الى انزياح موضع الاتزان بحسب لوتشاتلييه نحو عدد المولات الأعلى أي باتجاه المتفاعلات (التفاعل العكسي) أو اليسار

ب- بما أن التفاعل طارد للحرارة (إشارة ΔH سالبة) و عند رفع درجة الحرارة يعدل الاتزان نفسه بحسب لوتشاتلييه فيتجه باتجاه المتفاعلات ليقفل من الحرارة فيزيد تركيز $C_2H_{4(g)} + H_2O_{(g)}$ ، أي يزاح الاتزان نحو المتفاعلات . أو اليسار

ج- زيادة تركيز بخار الماء H_2O في المحلول يخلل الاتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتزان وإزاحته جهة اليمين باتجاه النواتج أو التفاعل الأمامي التي تُقلل من أثر هذه الزيادة

5	4	3	2	1	رمز الفقرة
د	د	أ	ب	ج	الإجابة

6-

تعبيرات ثابت الإتزان والحسابات المتعلقة به

ثابت الاتزان

Equilibrium Constant

هو تعبير يعبر عن العلاقة بين تراكيز المواد الناتجة و المواد المتفاعلة عند حالة الاتزان

تعبير ثابت الاتزان Equilibrium Constant Expression

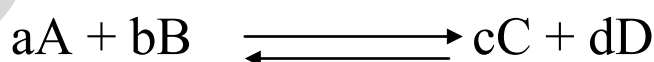
توصل العالمان النرويجيان كاتو جولدبيرج وبيتر ويبج عن طريق دراستهما للتفاعلات المُتزنة إلى علاقة تصف حالة الاتزان سُميت ب :

قانون فعل الكتلة (Mass Action Law) :

وينصُّ على أنه عند درجة حرارة معينة يصل التفاعل إلى حالة تكون عندها نسبة تراكيز المواد المتفاعلة إلى تراكيز المواد الناتجة مرفوعاً كلُّ منها إلى قوَّة تساوي معاملاتها، قيمة ثابتة تُسمَّى

ثابت الاتزان Equilibrium Constant $[K_{eq}]$

يتم التعبير عن ثابت الاتزان بالعلاقة الرياضية كما في التفاعل الآتي :



$$K_{eq} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

فسري :

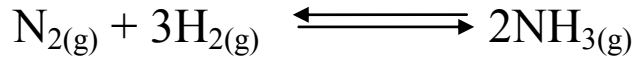
**** لا تدخل تراكيز المواد الصلبة في تعبير ثابت الاتزان

لأنها نقية و تركيزها ثابت مهما اختلفت كتلتها



يُعبّر عن ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة والناجمة ، ولذلك يُرمز لثابت الاتزان في هذه الحالة K_C بدلا من K_{eq}

مثال :- تُصنع الأمونيا NH_3 بطريقة هابر وفق المعادلة الآتية :



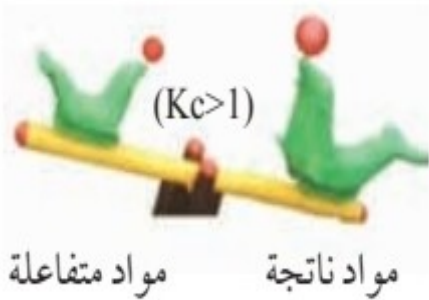
$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] [H_2]^3}$$

وتعبير ثابت الاتزان للتفاعل على النحو الآتي :

يستفاد من قيمة ثابت الاتزان في تحديد الجهة التي يُزاح

إليها الاتزان وحساب كميات المواد الناجمة والمتفاعلة عند الاتزان كما يلي :-

**** إذا كانت قيمة ثابت الاتزان أكبر من واحد ($K_c > 1$) ؛**



*** يكون موضع الاتزان مُزاحا إلى جهة المواد الناجمة**

*** تراكيز المواد الناجمة أكبر من تراكيز المواد المتفاعلة**

*** مردود التفاعل أكبر.**

**** إذا كانت قيمة ثابت الاتزان أقل من واحد ($K_c < 1$) ؛**



*** يكون موضع الاتزان مُزاحا إلى جهة المواد المتفاعلة**

*** تراكيز المواد الناجمة أقل من تراكيز المواد المتفاعلة**

*** مردود التفاعل قليلا.**

نلاحظ في تفاعل الأمونيا أنّ المواد تكون جميعها في الحالة الغازية ، ولذلك يمكن التعبير عن ثابت الاتزان للتفاعل بدلالة الضغوط الجزئية للغازات في وعاء التفاعل بدلا من تراكيزها ،

$$K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{(P_{N_2}) (P_{H_2})^3}$$

ويُرمز إلى ثابت الاتزان في هذه الحالات بالرمز (K_p) على النحو التالي :

كثير من التفاعلات الكيميائية تكون فيها المواد في حالات فيزيائية مختلفة ولذلك يمكن تصنيف الاتزان تبعاً إلى الحالة الفيزيائية للمواد إلى نوعين هما

1- اتزان متجانس 2- اتزان غير متجانس

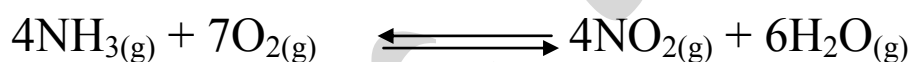


الاتزان المتجانس

Homogeneous Equilibrium

الاتزان المتجانس :- حالة الاتزان التي تكون فيها المواد المتفاعلة والنواتج جميعها في حالات الفيزيائية نفسها سواء أكانت غازات أم محاليل.

مثال :- تفاعل غاز الأمونيا مع غاز الأكسجين :-

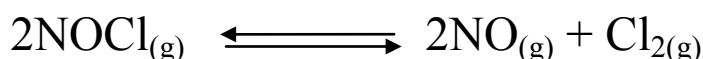


$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^4 [\text{H}_2\text{O}]^6}{[\text{NH}_3]^4 [\text{O}_2]^7}$$

ويكتب ثابت الاتزان على النحو الآتي :-

أفكر ص 102 :

$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2 [\text{Cl}_2]}{[\text{NOCl}]^2}$$



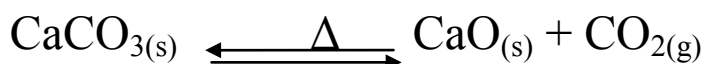
الاتزان غير المتجانس

Heterogeneous Equilibrium

الاتزان غير المتجانس :-

حالة الاتزان التي تكون فيها المواد المتفاعلة والنواتج في حالة فيزيائية متنوعة (صلبة، أو سائلة، أو غازية).

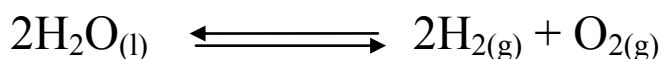
مثال :- تتحلل كربونات الكالسيوم الصلبة CaCO_3 بالحرارة في وعاء مغلق كما يلي :-



نلاحظ أن ثابت الاتزان يعتمد فقط على تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 :-

$$K_c = [\text{CO}_2]$$

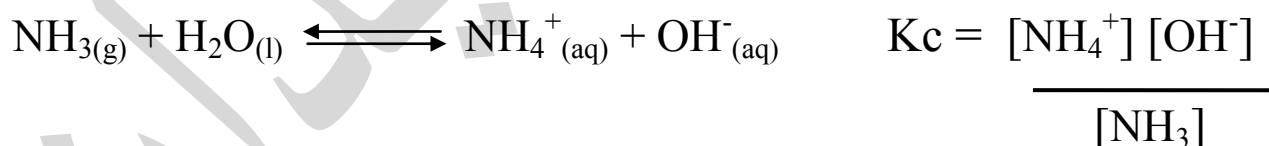
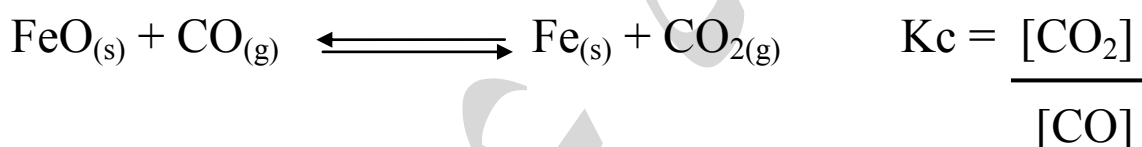
مثال :- يتحلل الماء السائل وفق المعادلة الآتية :-



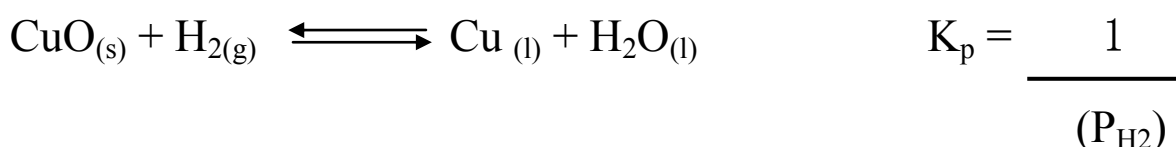
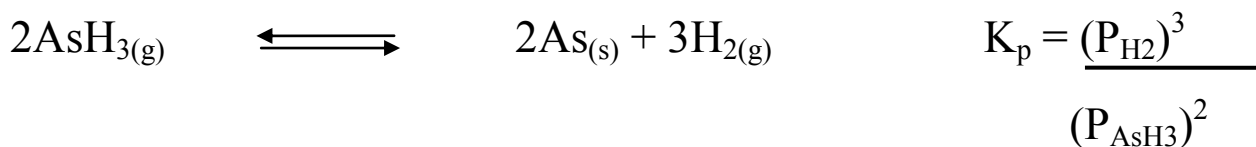
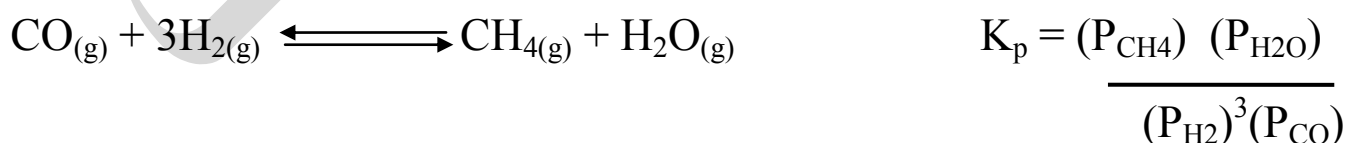
وحيث إن الماء في التفاعل مادة سائلة ؛ فإن تركيزه يبقى ثابتاً، لذا لا يؤثر في ثابت الاتزان؛ لذا لا يكتب في تعبير ثابت الاتزان الذي يُعبر عنه كما يلي :-

$$K_c = [\text{H}_2]^2 [\text{O}_2]$$

(أتحقق ص 103: أ)



(ب)



استعمال ثوابت الاتزان

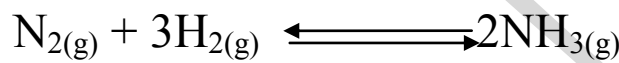


الحسابات المتعلقة بثابت الاتزان

يمكن استخدام قانون فعل الكتلة في حساب تراكيز المواد المتفاعلة والنواتجة عند الاتزان حيث انه يمثل النسبة بينهما

وقد عرفنا في ما سبق أن نسبة تراكيز المواد الناتجة إلى تراكيز المواد المتفاعلة التي يُعبر عنها ثابت الاتزان K_c عند درجة حرارة معينة تبقى ثابتة مهما اختلفت تراكيز المواد المستخدمة في التفاعل

في تفاعل الامونيا :-



يتضح من الجدول أن قيمة ثابت الاتزان لا تتأثر بالتراكيز الابتدائية

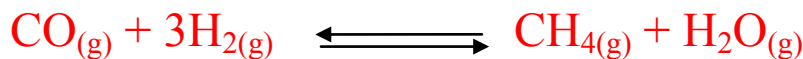
التجربة	التركيز الابتدائي (بوحدة M)	التركيز عند الاتزان (بوحدة M)	ثابت الاتزان
1	$[N_2]_o = 1$ $[H_2]_o = 1$ $[NH_3]_o = 0$	$[N_2] = 0.921$ $[H_2] = 0.763$ $[NH_3] = 0.157$	$K_c = 6.02 \times 10^{-2}$
2	$[N_2]_o = 0$ $[H_2]_o = 0$ $[NH_3]_o = 1$	$[N_2] = 0.399$ $[H_2] = 1.197$ $[NH_3] = 0.203$	$K_c = 6.02 \times 10^{-2}$
3	$[N_2]_o = 2$ $[H_2]_o = 1$ $[NH_3]_o = 3$	$[N_2] = 2.59$ $[H_2] = 2.77$ $[NH_3] = 1.82$	$K_c = 6.02 \times 10^{-2}$

بل تعتمد على تراكيز المواد في وعاء التفاعل عند الاتزان .

حساب ثابت الاتزان

يستخدم تعبير ثابت الاتزان K_c في حساب قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات التي تحدث في أوعية مغلقة ويستخدم في حساب تراكيز المواد عند وصول التفاعل إلى حالة الاتزان ،

مثال (1) :- يصنع غاز الميثان كما يلي :-



تحليل السؤال :- المطلوب حساب ثابت الاتزان للمواد في التفاعل المتزن و المعطي أعداد مولات لهذه المولات

بإستخدام قانون المولارية نحسب تركيز المواد جميعها :-

$$M_{(CO)} = n / V \longrightarrow M_{(CO)} = 0.6 / 2 = 0.3M = [CO]$$

$$M_{(H_2)} = n / V \longrightarrow M_{(H_2)} = 0.2 / 2 = 0.1M = [H_2]$$

$$M_{(CH_4)} = n / V \longrightarrow M_{(CH_4)} = 0.12 / 2 = 0.06M = [CH_4]$$

$$M_{(H_2O)} = n / V \longrightarrow M_{(H_2O)} = 0.04 / 2 = 0.02M = [H_2O]$$

$$K_c = \frac{[CH_4] [H_2O]}{[CO] [H_2]^3} \longrightarrow \frac{0.06 \times 0.02}{0.3 \times (0.1)^3} = 4$$



$$[HI] = n / V = 4 / 5 = 0.8 M$$

$$[I_2] = n / V = 0.442 / 5 = 0.0884 M$$



$$0.8 M \qquad 0 \qquad 0$$

$$-2X \qquad +X \qquad +X$$

$$(0.8-2X) \qquad (X) \qquad (0.0884)$$

التراكيز عند بداية التفاعل:

التغيرات التي تطرأ على التراكيز :

التراكيز عند الاتزان :

$$[H_2] = [I_2] = 0.0884 M$$

يتضح من المعادلة أن :

$$[HI] = 0.8 - 2x = 0.8 - 0.1768 = 0.623$$

نحسب ثابت الاتزان كما يلي :-

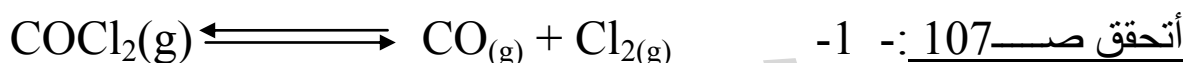
$$K_c = \frac{[H_2] [I_2]}{[HI]^2} \longrightarrow \frac{0.0884 \times 0.0884}{(0.623)^2} = 0.02$$

المثال (3) :- حساب ثابت الاتزان باستخدام الضغوط الجزئية :-

$$P_{(NO)} = 0.05 \text{ atm} , P_{(Cl_2)} = 0.3 \text{ atm} , P_{(NOCl)} = 1.2 \text{ atm}$$



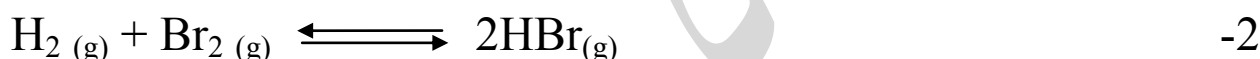
$$K_p = \frac{(P_{NOCl})^2}{(P_{NO})^2(P_{Cl})} = \frac{(1.2)^2}{(0.05)^2(0.3)} = \frac{1.44}{0.00075} = 1920$$



$$[CO] = [Cl_2] = n/V = 0.071/0.4 = 0.178 \text{ M}$$

$$[COCl_2] = n/V = 3/0.4 = 7.5 \text{ M}$$

$$K_c = \frac{[CO][Cl_2]}{[COCl_2]} \Rightarrow \frac{0.178 \times 0.178}{(7.5)} = 0.0042/4.32 \times 10^{-3}$$



$$0.35M \quad 0.22M \quad 0 \quad \text{التراكيز عند بداية التفاعل:}$$

$$-X \quad -X \quad +2X \quad \text{التغيرات التي تطرأ على التراكيز:}$$

$$(0.35-X) \quad (0.22-X) \quad (2X) \quad \text{التراكيز عند الاتزان:}$$

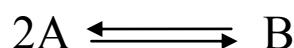
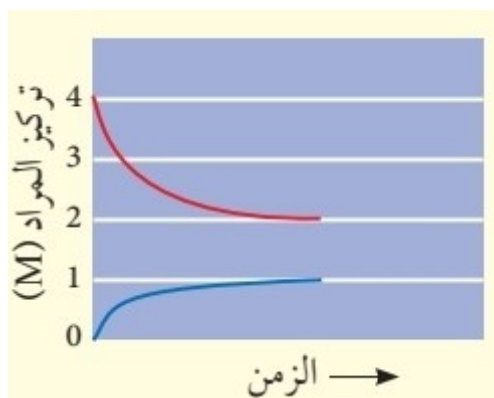
لإيجاد X نجد التغير في التركيز قبل الاتزان وبعده من عدد مولات H_2 عند الاتزان

$$0.7 - 0.28 = 0.42 \text{ mol} \quad x = 0.42/2 = 0.21$$

$$[H_2] = 0.35 - 0.21 = 0.14 \text{ M} , [Br_2] = 0.22 - 0.21 = 0.01M$$

$$[HBr] = 2x = 2(0.21) = 0.42M \Rightarrow K_c = 126$$

أفكر ص 107 :- نلاحظ من الشكل أن المنحنى المتناقص يمثل مادة متفاعلة بينما المتزايد يمثل مادة ناتجة بإفترض الرموز الآتية :-



$$K_c = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{1}{(2)^2} = 0.25$$

تراكيز المواد عند الاتزان كالتالي :- $[B] = 1$, $[A] = 2$

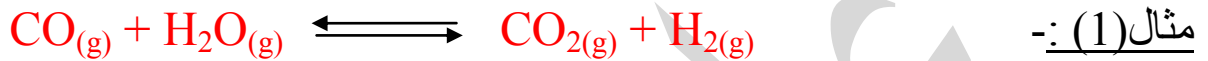


— CHEMISTRY —

حساب تراكيز المواد عند الاتزان

يرافق حدوث التفاعلات الكيميائية تغيرات في تراكيز المواد المتفاعلة والنواتجة إلى حين وصول التفاعل إلى حالة الاتزان

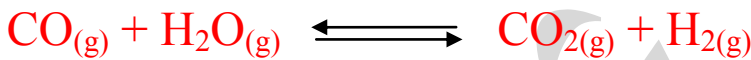
- ويمكن حساب تراكيز المواد في التفاعل عند الاتزان باستخدام ثابت الاتزان .



الحل :- نحسب التراكيز الابتدائية لكل غاز

$$[\text{CO}]_0 = [\text{H}_2\text{O}]_0 = [\text{CO}_2]_0 = [\text{H}_2]_0 = n/V = 1\text{M}$$

وهذا يعني أنه عندما ينقص تركيز CO بمقدار X ، فإن تركيز H_2O ينقص بمقدار X وتزداد تراكيز المواد الناتجة بالمقدار X نفسه .



$$1\text{M} \quad 1\text{M} \quad 1\text{M} \quad 1\text{M}$$

التراكيز عند بداية التفاعل:

$$-X \quad -X \quad +X \quad +X$$

التغيرات التي تطرأ على التراكيز :

$$(1-X) \quad (1-X) \quad (1+X) \quad (1+X)$$

التراكيز عند الاتزان :

$$K_c = 5.1 = \frac{(1+x)(1+x)}{(1-x)(1-x)} = \frac{(1+x)^2}{(1-x)^2}$$

وبأخذ جذر الطرفين نحصل على ما يلي :

$$\sqrt{5.1} = 2.26$$

$$2.26(1-x) = 1+x$$

و بالتالي :-

$$x = 0.387$$

نحصل على تراكيز الغازات عند الاتزان بتعويض قيمة X كما يأتي :

$$[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = 1 - x = 1 - 0.387 = 0.613 \text{ M}$$

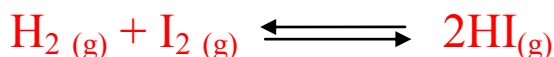
$$[\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = 1 + x = 1 + 0.387 = 1.387 \text{ M}$$



نحسب التركيز الابتدائي لكل غاز :- $[\text{H}_2]_0 = n/V = 0.5/1 = 0.5 \text{ M}$

$$[\text{I}_2]_0 = n/V = 0.5/1 = 0.5 \text{ M}$$

نُنظّم التغيّرات التي تطرأ على تراكيز المواد على النحو الآتي :-



التراكيز عند بداية التفاعل:

$$0.5 \text{ M} \quad 0.5 \text{ M} \quad 0$$

التغيّرات التي تطرأ على التراكيز :

$$-X \quad -X \quad +2X$$

التراكيز عند الاتزان :

$$(0.5-X) \quad (0.5-X) \quad (2X)$$

أطبق قانون ثابت الاتزان:

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{([\text{H}_2] [\text{I}_2])}$$

$$K_c = \frac{(2x)^2}{(0.5-X)^2} =$$

بأخذ الجذر التربيعي للطرفين نجد أن

$$x = 0.39$$

وبهذا تكون تراكيز الغازات عند الاتزان كما يأتي :

$$[\text{H}_2] = [\text{I}_2] = 0.5 - 0.39 = 0.11 \text{ M}$$

$$[\text{HI}] = 2x = 2 \times 0.39 = 0.78 \text{ M}$$

أتحقق ص 111 :- 1- نحسب التراكيز الابتدائية للمواد جميعها :-

$$[\text{NO}]_0 = 0.2 \text{ M}$$



$$0.2\text{M} \qquad 0\text{M} \qquad 0\text{M}$$

التراكيز عند بداية التفاعل:

$$-2X \qquad +X \qquad +X$$

التغيرات التي تطرأ على التراكيز :

$$(0.2-2X) \qquad (X) \qquad (X)$$

التراكيز عند الاتزان :

$$K_c = \frac{[\text{N}_2][\text{O}_2]}{[\text{NO}]^2}$$

$$2.4 \times 10^3 = \frac{(x)^2}{(0.2 - 2x)^2}$$

بأخذ الجذر التربيعي

$$49(0.2 - 2x) = (x)$$

و بالتالي :-

$$9.8 - 98x = x$$



$$99x = 9.8$$



$$x = 0.099 \text{ M}$$

تراكيز المواد المتفاعلة والناجمة عند الاتزان

$$[\text{NO}] = 0.2 - 2X = 0.2 - 2(0.099) = 0.002 \text{ M}$$

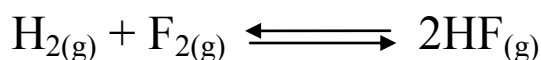
$$[\text{N}_2] = (X) = 0.099 \text{ M}$$

$$[\text{O}_2] = (X) = 0.099 \text{ M}$$

2- نحسب التراكيز الابتدائية للمواد جميعها من قانون المولارية :-

$$[\text{H}_2]_o = n/V = 3/3 = 1 \text{ M}$$

$$[\text{F}_2]_o = n/V = 3/3 = 1 \text{ M}$$



$$1\text{M} \qquad 1\text{M} \qquad 0$$

التراكيز عند بداية التفاعل:

$$-X \qquad -X \qquad +2X$$

التغيرات التي تطرأ على التراكيز :

$$(1-X) \qquad (1-X) \qquad (2X)$$

التراكيز عند الاتزان :

أطبق قانون ثابت الاتزان:

$$K_c = \frac{[HF]^2}{[H_2][F_2]}$$

$$115 = \frac{(2x)^2}{(1-x)^2} =$$

نأخذ الجذر للطرفين

$$10.72(1-x) = 2x \Rightarrow 12.72x = 10.72$$

$$x = 0.843$$

وبهذا تكون تراكيز الغازات عند الاتزان كما يأتي :

$$[H_2] = [F_2] = 1 - 0.843 = 0.157 \text{ M}$$

$$[HF] = 2x = 2 \times 0.843 = 1.686 \text{ M}$$



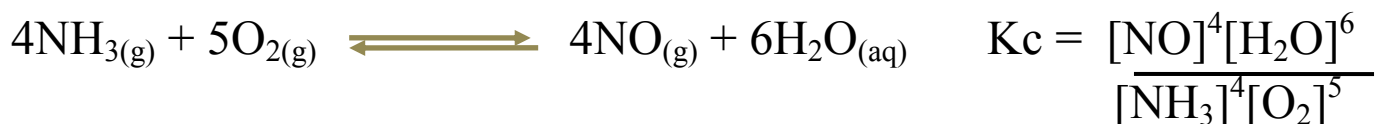
مراجعة الدرس

1-

هو تعبير يعبر عن العلاقة بين تراكيز المواد الناتجة و المواد المتفاعلة عند حالة الاتزان للتفاعل الكيميائي. حيث يدل ثابت الإتزان على نسب تراكيز المواد المتفاعلة و الناتجة عند حالة الاتزان

2- التعاريف وردت خلال الدرس

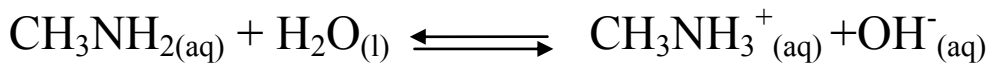
3-



$$K_c = [Ba^{+2}] [SO_4^{-2}]$$

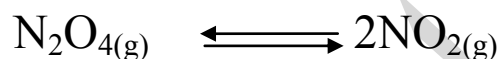


$$K_c = \frac{[\text{Zn}^{+2}]}{[\text{Cu}^{+2}]}$$



$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{CH}_3\text{NH}_3^+]}{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}$$

4- باستخدام قانون المولارية نحسب تركيز المواد جميعها :-



$$M_{(\text{N}_2\text{O}_4)} = n/V \longrightarrow M_{(\text{N}_2\text{O}_4)} = 0.65/0.5 = 1.3\text{M} = [\text{N}_2\text{O}_4]$$

$$M_{(\text{NO}_2)} = n/V \longrightarrow M_{(\text{NO}_2)} = 0.5/0.5 = 1\text{M} = [\text{NO}_2] \quad 1.3 - 1 = 0.3\text{M} \text{ عند الاتزان}$$

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} \longrightarrow \frac{(1)^2}{0.3} = 3.33$$

5- نحسب التراكيز الابتدائية للمواد جميعها :-

$$[\text{N}_2]_o = [\text{O}_2]_o = n/V = 2/1 = 2\text{M}$$

نُنظّم التغيّرات التي تطرأ على تراكيز المواد على النحو الآتي :-



التراكيز عند بداية التفاعل:

$$2\text{M} \quad 2\text{M} \quad 0$$

التغيّرات التي تطرأ على التراكيز :

$$-X \quad -X \quad +2X$$

التراكيز عند الاتزان :

$$(2-X) \quad (2-X) \quad (2X)$$

أطبق قانون ثابت الاتزان:

$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2}{([\text{N}_2][\text{O}_2])}$$

$$1 \times 10^{-5} = \frac{(2x)^2}{(2-x)(2-x)} =$$

وبأخذ جذر الطرفين أحصل على ما يلي:

$$0.003 = \frac{2X}{2-X}$$

$$0.006 - 0.003X = 2X$$

$$2.003X = 0.006 \Rightarrow X = 0.003$$

وبهذا تكون تراكيز الغازات عند الاتزان كما يأتي :

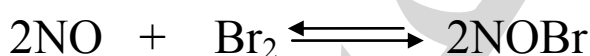
$$[N_2] = [O_2] = 2 - 0.003 = 1.997 \text{ M}$$

$$[NO] = 2x = 2 \times 0.003 = 0.0064 \text{ M}$$

-6

5	4	3	2	1	الفقرة
ج	د	ب	أ	ب	الجواب

حل دائرة 5 :- عدد المولات الابتدائية: $Br_2 = 0.1 \text{ mol}$, $NO = 0.1 \text{ mol}$



التراكيز عند بداية التفاعل

التغيرات التي تطرأ على التراكيز :

التراكيز عند الاتزان :

إذن قيمة X تساوي :- $2X = 0.08 \Rightarrow X = 0.04$

$$[NO] = 0.1 - 2(0.04) = 0.02$$

$$[Br_2] = 0.1 - 0.04 = 0.06$$

$$K_c = \frac{[NOBr]^2}{[NO]^2 [Br_2]} = \frac{0.0064}{(0.02)^2 (0.06)}$$

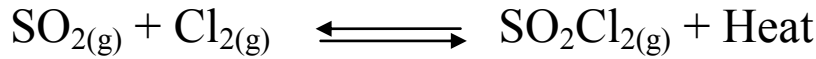
$$K_c = 266.7$$



مراجعة الوحدة

1- التعاريف وردت خلال الدرس

2- تفاعل ثاني أكسيد الكبريت SO_2 مع الكلور Cl_2 :-



أ- زيادة تركيز Cl_2 في المحلول

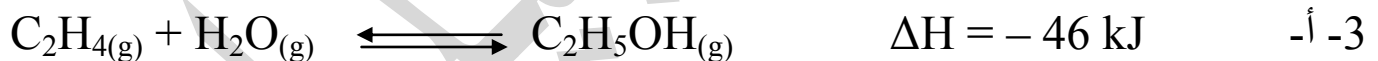
- يختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتزان وإزاحته جهة اليمين التي تُقلل من أثر هذه الزيادة بالتالي تزداد سرعة التفاعل الأمامي و يتكون كميات جديدة من SO_2Cl_2 ويزداد تركيزه (نحو اليمين أي نحو المواد الناتجة)

ب- سحب SO_2Cl_2 من الوعاء

- يختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتزان وإزاحته جهة اليمين التي تُقلل من أثر هذا النقصان بالتالي تزداد سرعة التفاعل الأمامي (نحو النواتج)

ج- تقليل كمية SO_2 في وعاء التفاعل

- يختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتزان وإزاحته جهة اليسار (نحو المتفاعلات) التي تُقلل من أثر هذا النقصان بالتالي تزداد سرعة التفاعل العكسي



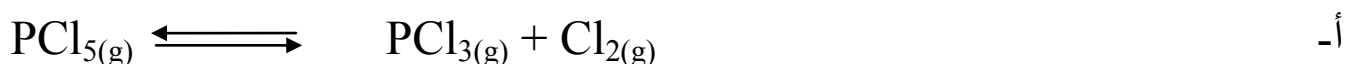
التفاعل طارد للحرارة لان قيمة ΔH سالبة وعند خفض درجة الحرارة يعدل الاتزان نفسه فينتجه باتجاه اليمين ليزيد من الحرارة ، أي يزاح موضع الاتزان بالاتجاه الأمامي نحو

النواتج

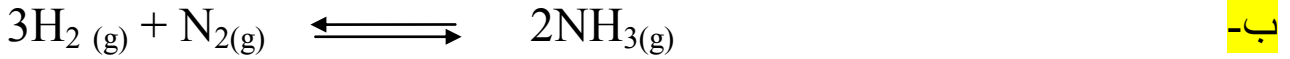


التفاعل ماص للحرارة لان قيمة ΔH موجبة وعند خفض درجة الحرارة يعدل الاتزان نفسه فينتجه باتجاه اليسار ليزيد من الحرارة ، أي يزاح موضع الاتزان نحو المتفاعلات .

4- زيادة الضغط يدفع الاتزان نحو الحجم الأقل (عدد مولات أقل)



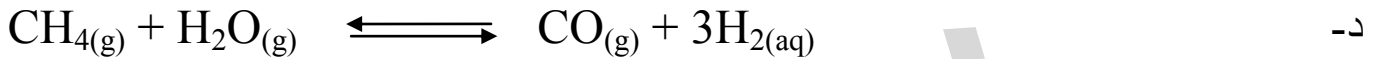
زيادة الضغط يدفع الاتزان نحو المتفاعلات لان عدد مولاتها أقل



زيادة الضغط يدفع الاتزان نحو النواتج لان عدد مولاتها أقل

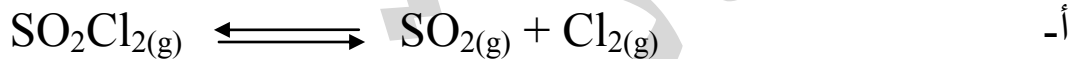


زيادة الضغط يدفع الاتزان نحو المتفاعلات لان عدد مولاتها أقل



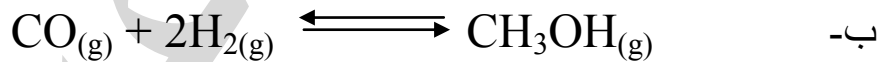
زيادة الضغط يدفع الاتزان نحو المتفاعلات لان عدد مولاتها أقل

5-

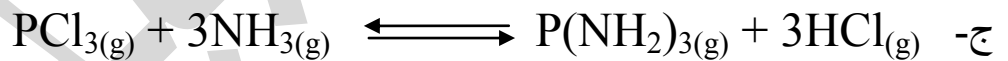


بما أن ضغط الغاز يتناسب عكسيا مع حجم الوعاء فإن تقليل حجم الوعاء يؤدي الى زيادة الضغط

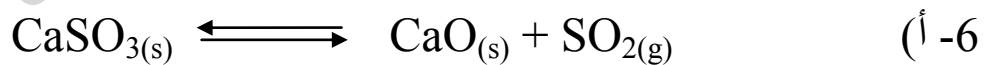
و زيادة الضغط تدفع موضع الاتزان نحو عدد مولات أقل ، أي بالاتجاه العكسي للمتفاعلات



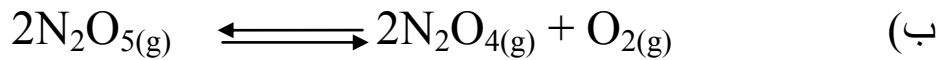
و زيادة الضغط تدفع موضع الاتزان نحو عدد مولات أقل ، أي بالاتجاه الأمامي لليمين للمنتجات



تقليل حجم الوعاء لا يؤثر في موضع الاتزان لان عدد المولات نفسه على جانبي التفاعل



$$K_c = [\text{SO}_2]$$

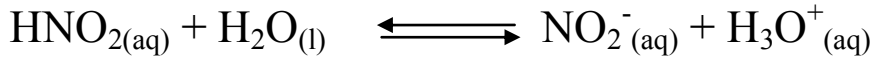


$$K_c = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]^2 [\text{O}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_5]^2}$$



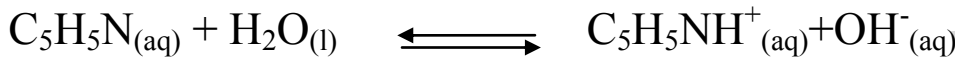
$$K_c = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{[\text{NH}_3]^2 [\text{Ag}^+]}$$

(د)



$$K_a = \frac{[\text{NO}_2^{-}][\text{H}_3\text{O}^{+}]}{[\text{HNO}_2]}$$

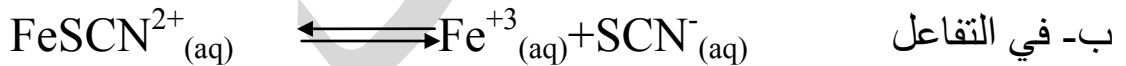
(هـ)



$$K_b = \frac{[\text{OH}^{-}][\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^{+}]}{[\text{C}_5\text{H}_5\text{N}]}$$

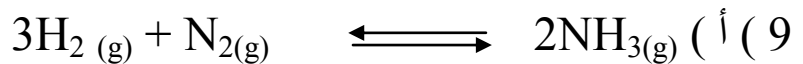


لان الضغط يتأثر بعدد المولات وفي هذا التفاعل عدد مولات المواد المتفاعلة يساوي عدد مولات المواد الناتجة



عند ترسيب أيونات الحديد يختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتزان وإزاحته جهة اليمين (النواتج) التي تُقلل من أثر هذا النقصان بالتالي تزداد سرعة التفاعل الأمامي و يزداد تركيز SCN^{-} و تزداد كميته الناتجة

(8) عند ارتفاع درجة الحرارة تقل قيمة ثابت الاتزان حيث أن التفاعل يتجه نحو اليسار فيقل تركيز النواتج و بالتالي تقل قيمة ثابت الاتزان اذن التفاعل **طارد للحرارة**



$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{H}_2]^3[\text{N}_2]} \rightarrow \frac{(0.15)^2}{(0.575)^3(0.425)} = 0.278$$

ب- قيم ثابت الاتزان تختلف عن الجدول (1) بسبب اختلاف درجة الحرارة ، بما ان تفاعل انتاج الأمونيا تفاعل طارد للطاقة فإن خفض درجة الحرارة يعمل على إزاحة التفاعل نحو

اليمين و انتاج المزيد من الأمونيا . أي يدفع موضع الاتزان نحو المواد الناتجة مما يزيد من تراكيز المواد الناتجة



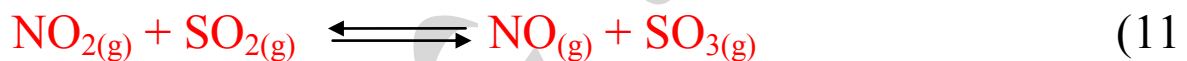
$$K_c = 4 \times 10^{13}$$

عند الاتزان تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة و سرعة التفاعل الأمامي تساوي سرعة التفاعل العكسي

و يتوقع وجود تراكيز المواد الناتجة (NO_2) بشكل أكبر عند الاتزان لان ثابت الاتزان كبير جدا

$$[\text{NO}] = [\text{O}_2] = 2 \times 10^{-6} \text{ M} \quad \text{ب-}$$

$$4 \times 10^{13} = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{NO}]^2[\text{O}_2]} \rightarrow \frac{[\text{NO}_2]^2}{(2 \times 10^{-6})^2(2 \times 10^{-6})} = 0.0178 \text{ M}$$



تراكيز المواد الابتدائية جميعها متساوية أي أن :-

$$[\text{NO}]_0 = [\text{SO}_3]_0 = [\text{SO}_2]_0 = [\text{NO}_2]_0 = 0.8/1 = 0.8 \text{ M}$$

وهذا يعني أنه عندما ينقص تركيز NO_2 بمقدار X ، فإن تركيز SO_2 ينقص بمقدار X وتزداد تراكيز المواد الناتجة بالمقدار X نفسه .



التراكيز عند بداية التفاعل: $0.8\text{M} \quad 0.8\text{M} \quad 0.8\text{M} \quad 0.8\text{M}$

التغيرات التي تطرأ على التراكيز : $-X \quad -X \quad +X \quad +X$

التراكيز عند الاتزان : $(0.8-X) \quad (0.8-X) \quad (0.8+X) \quad (0.8+X)$

$$K_c = 3.75 = \frac{(0.8 + x)(0.8 + x)}{(0.8 - x)(0.8 - x)} = \frac{(0.8 + x)^2}{(0.8 - x)^2}$$

وبأخذ جذر الطرفين نحصل على ما يلي : $\sqrt{3.75} = 1.94$

و بالتالي :- $1.94(0.8 - x) = 0.8 + x$

$$x = 0.255$$

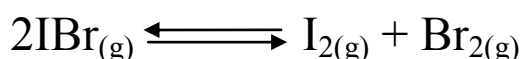
نحصل على تراكيز الغازات عند الاتزان بتعويض قيمة X كما يأتي :

$$[\text{NO}_2] = [\text{SO}_2] = 0.8 - x = 0.8 - 0.256 = 0.545 \text{ M}$$

$$[\text{NO}] = [\text{SO}_3] = 0.8 + x = 0.8 + 0.256 = 1.055 \text{ M}$$

(12) نحسب التركيز الابتدائي لبروميد اليود :-

$$[\text{IBr}]_o = n/V = 0.1/1 = 0.1 \text{ M}$$



$$0.1\text{M} \quad \quad 0 \quad \quad 0$$

$$-2X \quad \quad +X \quad \quad +X$$

$$(0.1-2X) \quad \quad (+X) \quad \quad (+X)$$

التراكيز عند بداية التفاعل:

التغيرات التي تطرأ على التراكيز :

التراكيز عند الاتزان :

أطبق قانون ثابت الاتزان:

$$K_c = \frac{[\text{I}_2][\text{Br}_2]}{[\text{IBr}]^2}$$

$$0.026 = \frac{(x)^2}{(0.1-2X)^2} =$$

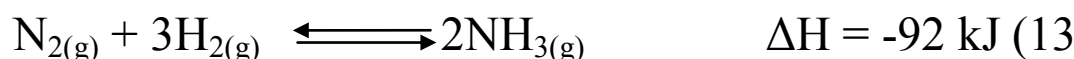
أخذ الجذر التربيعي للطرفين :-

$$0.161 = \frac{X}{0.1-2X} = 0.0161 = 1.322X$$

$$X = 0.012$$

$$[\text{IBr}] = 0.1 - 2X = 0.1 - (2 \times 0.012) = 0.076 \text{ M}$$

$$[\text{I}_2] = [\text{Br}_2] = 0.012 \text{ M}$$



أ) أثر درجة الحرارة :-

تفاعل إنتاج الأمونيا طارد للحرارة لان المحتوى الحراري للتفاعل اشارته سالبة و بالتالي حسب مبدأ لوتشاتيليه فان خفض درجة الحرارة تدفع التفاعل نحو النواتج و يزاح موضع الاتزان نحو النواتج و تزيد نسبة الأمونيا الناتجة

أثر الضغط :-

زيادة الضغط تؤدي الى انزياح موضع الاتزان

نحو عدد المولات الأقل أي باتجاه النواتج أي التفاعل الأمامي فيزيد من نسبة الأمونيا الناتجة .

ب)

باستخدام الضغوط الجزئية للغازات.

ثابت الاتزان باستخدام تراكيز المواد

$$K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{(P_{N_2}) (P_{H_2})^3}$$

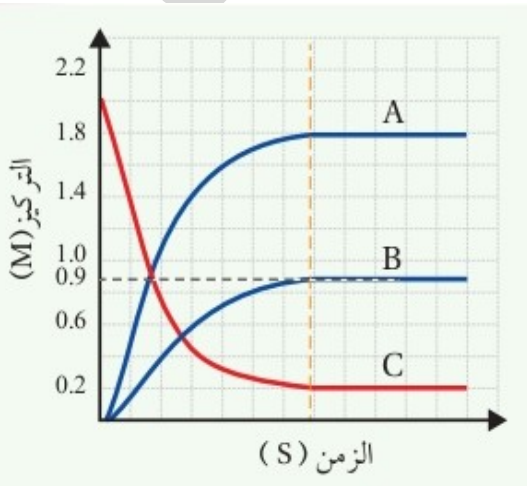
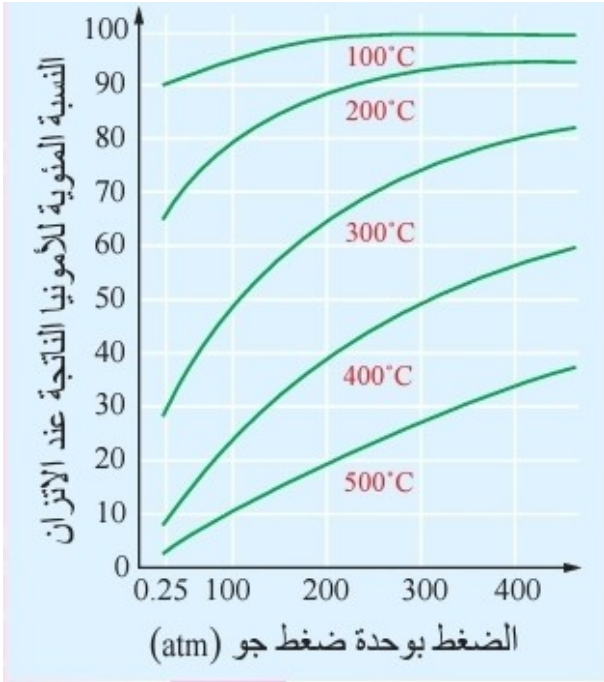
$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] [H_2]^3}$$

14) أ – المنحنى الأحمر للمادة C يمثل مواد متفاعلة لان التركيز يقل مع مرور الزمن (يتناقص) والمنحنى الأزرق للمواد A , B يمثل مواد ناتجة لان تركيزها يزداد مع مرور الزمن



من المنحنى نجد أن تراكيز المواد عند الاتزان كما يلي
 $[SO_3] = 0.2 \text{ M}$

أما المواد المتفاعلة تكون :-
 $[SO_2] = 0.9 \text{ M}$
 $[O_2] = 1.8 \text{ M}$ تم اختيار الرموز بالاعتماد على



المعادلة الموزونة حيث انه لدينا مولين من SO_2 فيأخذ الرمز B أما الأكسجين فيأخذ الرمز A

ج-

$$K_c = \frac{[O_2] [SO_2]^2}{[SO_3]^2} \Rightarrow \frac{1.8 \times (0.9)^2}{(0.2)^2} = 72.9$$

15- أ - هيدروكسي أباتيت

ب- تتآكل الأسنان وتصاب بالتسوس نتيجة ذوبان معدن هيدروكسي أباتيت المكون للمينا كما في المعادلة الآتية :



ج-



تستخدم مركبات الفلور مثل فلوريد الصوديوم، وفلوريد الخارصين، وغيرها في صناعة معجون الأسنان

د- تنتج أيونات الفلوريد F^{-} التي تحل محل أيون الهيدروكسيد (OH^{-}) في معدن الهيدروكسي

أباتيت، وينتج معدن الفلورو أباتيت $Ca_5(PO_4)_3F$ ، ويدخل في تكوين مينا الأسنان.

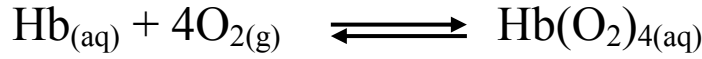
(16)

الفقرة	1	2	3	4	5
الجواب	ج	د	أ	ج	ب
الفقرة	6	7	8	9	10
الجواب	ج	ب	ب	د	د
الفقرة	11	12	13		
الجواب	ج	ج	أ		

مواضيع الربط (وحدة الإتزان الكيميائي)

* اتزان (هيموجلوبين – أكسجين) في الجسم

يرتبط الأكسجين الذي يدخل الجسم أثناء التنفس بجزيئات الهيموجلوبين Hb في الدم و ينتج الهيموجلوبين المؤكسج $Hb(O_2)_4$ حيث يشكل الهيموجلوبين والاكسجين نظاما متزنا كما في المعادلة :



يصل الهيمو المؤكسج الى أنسجة الجسم حيث تركيز الأكسجين قليل فيزاح الأكسجين نحو اليسار و يتحرر الأكسجين المرتبط بالهيموجلوبين و بذلك تحدث العمليات الحيوية اللازمة لنشاط الجسم وحيويته

* حماية الأسنان من التآكل :-

مكونات الأسنان : تغطي الأسنان بطبقة خارجية صلبة تسمى المينا التي تتكون من نسبة عالية من المعدن خصوصا هيدروكسي أباتيت $(Ca_5(PO_4)_3OH)$ قد تذوب في الماء اعتماد على حمضية السائل الموجود في الفم أو قاعديته وتركيز المواد المختلفة إزالة المعدن :- عملية إذابة المعادن المكونة للأسنان ونتيجة ذلك يحدث تآكل و تسوس الأسنان

بناء المعدن : عملية إعادة تكوين المعادن المكونة للأسنان



ينتج حمض اللاكتيك نتيجة تخمر السكريات في الفم و عند تأين الحمض ينتج أيون الهيدروجين (H^+) الذي يتفاعل مع أيونات الهيدروكسيد (OH^-) و أيونات (PO_4^{3-}) في المعادلة فيقل تركيزهما قم يختل الاتزان و يزاح نحو اليمين أي نحو النواتج و لتعويض النقص في التراكيز يتفكك الهيدروكسي أباتيت و بذلك يزداد معدل تآكل طبقة المعدن / المينا

الحل :- تستخدم مركبات الفلور مثل فلوريد الصوديوم و فلوريد الخارصين في صناعة معجون الأسنان التي تنتج أيونات F^- التي

تحل محل أيونات الهيدروكسيد (OH^-) في معدن الهيدروكسي و ينتج مركب فلورو أباتيت الذي يدخل في تكوين مينا الأسنان

