



# الإتزان الكيميائي



# الاتزان الكيميائي

## حالة الاتزان الديناميكي

تحدث كثير من التفاعلات و تنتهي باستهلاك إحدى المواد المتفاعلة أو جميعها

مثلاً : احتراق المغنيسيوم



حيث يشير السهم الى اتجاه سير التفاعل .

تقسم التفاعلات الكيميائية حسب اتجاه حوثها الى :

1- تفاعلات غير منعكسة :

هي تفاعلات تحول 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

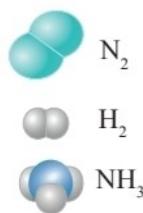
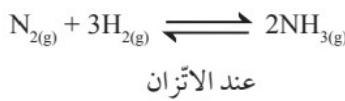
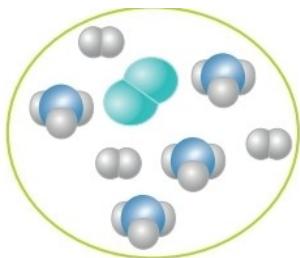
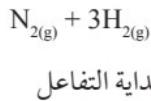
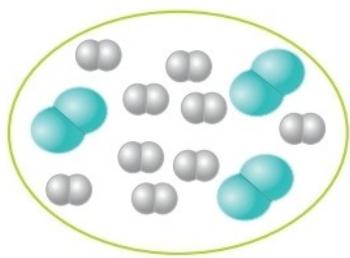


في التفاعلات المنعكسة يحدث التفاعل باتجاهين متعاكسين و يقسم الى قسمين :-

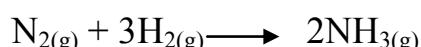
1- تفاعل أمامي 2- تفاعل عكسي

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

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



مثال :- تحضير غاز الأمونيا



وعندما يتكون غاز الأمونيا في وعاء التفاعل فإنه يبدأ بالتفاكم ويكون كل من غاز النيتروجين وغاز الهيدروجين في ما يعرف بالتفاعل العكسي

### التفاعلات المنعكسة :-

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



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

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

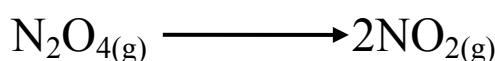
وعندما تصبح سرعة التفاعل الأمامي مساوية لسرعة التفاعل العكسي يصل التفاعل إلى حالة من الاتزان .

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

مثال : تفكك غاز رباعي أكسيد ثانوي النيتروجين  $\text{N}_2\text{O}_4$



يبدأ التفاعل الأمامي بتحول غاز رباعي أكسيد ثانوي النيتروجين  $\text{N}_2\text{O}_4$  إلى غاز ثانوي أكسيد النيتروجين  $\text{NO}_2$  بسرعة عالية نسبيا



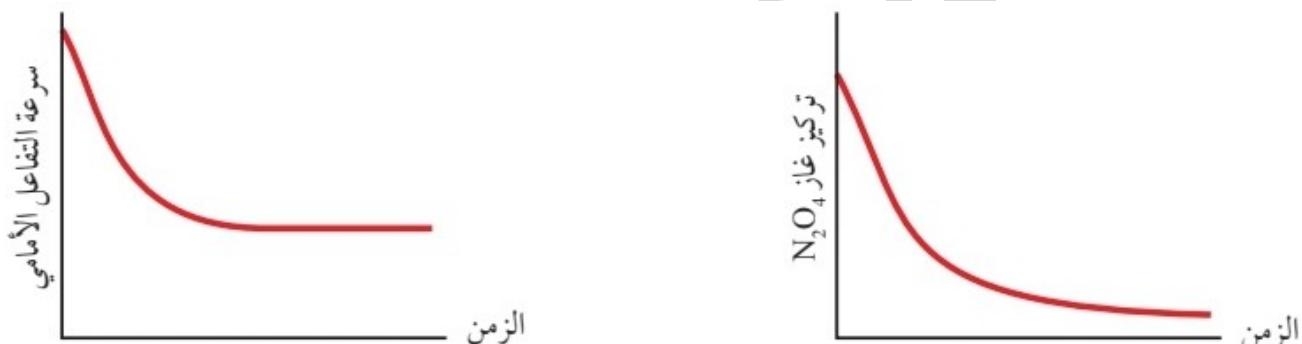
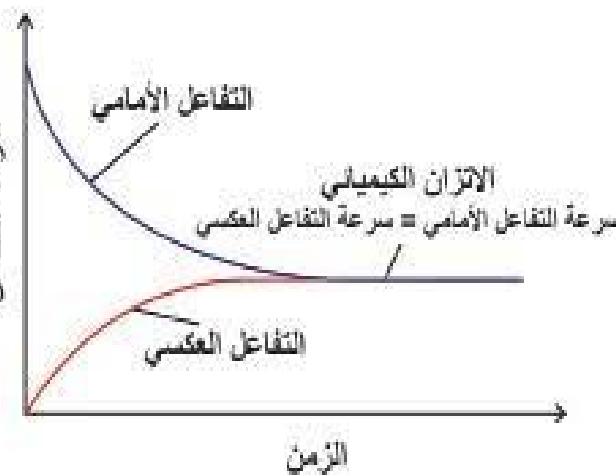
في بداية التفاعل تكون :

\*\* سرعة التفاعل الامامي عالية نسبيا لأن تركيز  $\text{NO}_2$  يكون أكبر ما يكون

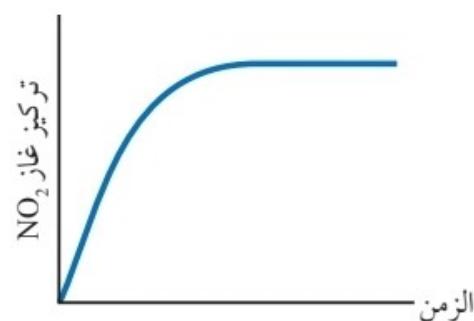
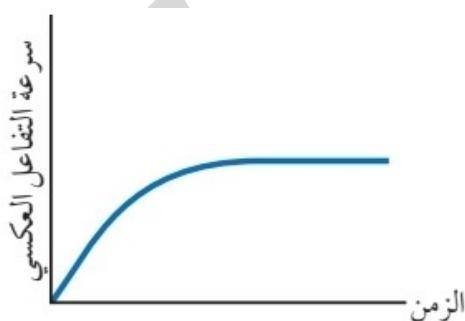
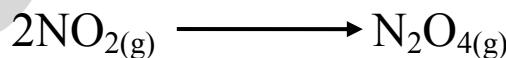
\*\* سرعة التفاعل الامامي تقل تدريجيا بسبب تفاعله في المقابل

\*\* سرعة التفاعل العكسي تكون صفراء في بداية التفاعل لأن تركيز يزداد تدريجيا مع مرور الزمن حتى يصبح مساويا لسرعة التفاعل الامامي

وبمرور الوقت يقل تركيز  $\text{N}_2\text{O}_4$  و تتناقص سرعة التفاعل الامامي

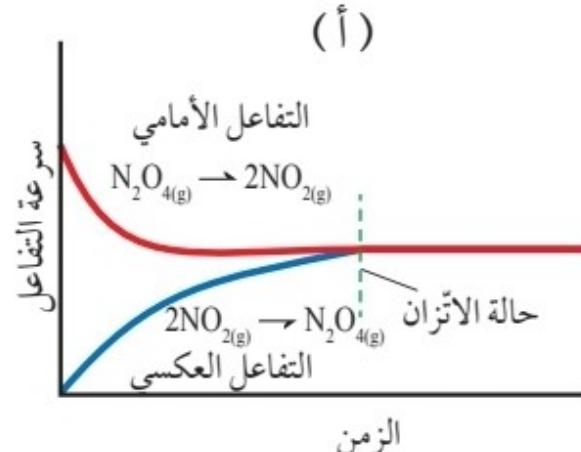
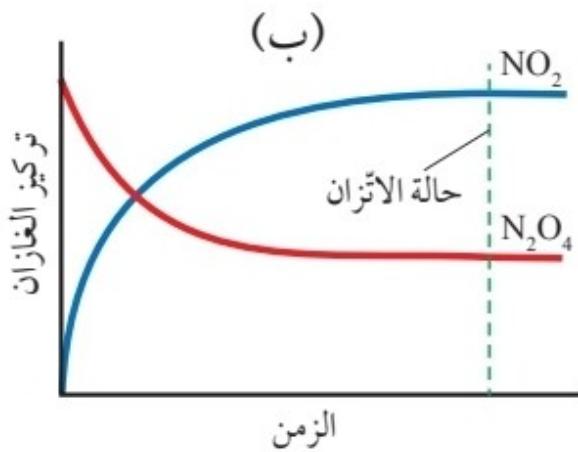


اما غاز  $\text{NO}_2$  فيكون تركيزه عند بداية التفاعل صفراء وسرعة التفاعل العكسي صفراء و بسبب تفكك غاز  $\text{N}_2\text{O}_4$  يبدأ تكون غاز  $\text{NO}_2$  و ظهور اللون البني في وعاء التفاعل و يبدأ التفاعل العكسي بالحدوث و تحول غاز  $\text{NO}_2$  الى غاز  $\text{N}_2\text{O}_4$  بسرعة بطيئة



وبما أن تركيز المواد المتفاعلة و سرعة التفاعل الامامي يتتناقصان بمرور الزمن و في الوقت نفسه يتزايد تركيز المواد الناتجة و تزايد سرعة التفاعل العكسي الى ان يصل التفاعل الى حالة الاتزان حيث تصبح سرعة التفاعل الامامي مساوية لسرعة التفاعل العكسي و تثبت تركيز المواد المتفاعلة والناطة

سرعة التفاعل الأمامي = سرعة التفاعل العكسي



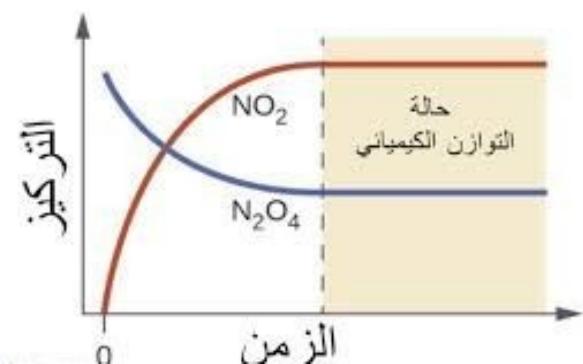
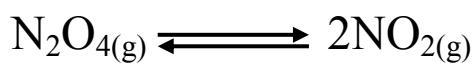
مهم جداً:

في حالة الاتزان الديناميكي

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



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





عند الاتزان	قبل الاتزان	
ثابت	أكبر ممكناً وتقل تدريجياً	تركيز $\text{O}_2 / \text{SO}_2$
ثابت	صفر ويزداد تدريجياً	تركيز $\text{SO}_3$
مساوية لسرعة التفاعل العكسي	سرعة عالية تقل تدريجياً	سرعة التفاعل الأمامي
مساوية لسرعة التفاعل الأمامي	صفر وتزداد تدريجياً	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 **مُزاهاً جهة المواد الناتجة** ، أو تكون نسبة المواد المتفاعلة أكبر من المواد المتفاعلة ، ويكون **الاتزان مُزاهاً نحو المواد المتفاعلة** .

أو هو ميل الاتزان باتجاه النواتج أو المواد المتفاعلة

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

مبدأ لوتشارليه :

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 " .



## اتحقق ص 89:

العوامل التي درسها لوتشارتييه :

1- التركيز 2- الضغط

3- درجة الحرارة

4- العامل المساعد (الحفاز)

### أولاً : التركيز Concentration

تأمل التفاعل الآتي لبيان أثر التركيز في الاتزان الكيميائي :



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

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

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

أثر زيادة تركيز غاز  $PCl_5$  على التفاعل المتنز الآتي :



- عند إضافة  $PCl_5$  يزداد تركيزه في المحلول ويختل الاتزان وبحسب لوتشارتييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتزان وإزاحته جهة اليمين التي تقلل من أثر هذه الزيادة

- وبالتالي تزداد سرعة التفاعل الأمامي ويتكون كميات جديدة من النواتج  $PCl_3$  و  $Cl_2$  وتزداد تركيزُها

- تبدأ سرعة التفاعل العكسي بالتزايده، وسرعة التفاعل الأمامي بالتناقص إلى أن تتساوى السرعات فيعود التفاعل إلى حالة الاتزان من جديد .



وتحدد التغييرات ذاتها فيما لو جرت إزالة كمية من أو سحبها من وعاء التفاعل  $\text{Cl}_2$  أو  $\text{PCl}_3$  أو  $\text{PCl}_5$

أثر زيادة تركيز غاز  $\text{Cl}_2$  على التفاعل المتنزّل الآتي :



- عند إضافة  $\text{Cl}_2$  يزداد تركيزه في المحلول ويختل الإتزان وبحسب لوشناتليه سوف تزداد سرعة التفاعل العكسي للتقليل من أثر هذه الزيادة، ويُزاح موضع الإتزان جهة اليسار

- ونتيجة لذلك، تنتج كمية جديدة من غاز  $\text{PCl}_3$  ويُزداد تركيزه لذلك؛ تبدأ سرعة التفاعل العكسي بالتناقص وسرعة التفاعل الأمامي بالتزايدي، إلى أن تصبح السرعتان متساويتين، فيعود التفاعل إلى حالة الإتزان من جديد.

أتحقق ص 91 :



عند إضافة  $\text{HCl}$  يزداد تركيزه في المحلول ويختل الإتزان وبحسب لوشناتليه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الإتزان وإزاحته جهة النواتج التي تُقلل من أثر هذه الزيادة

- وبالتالي تزداد سرعة التفاعل الأمامي ويتكون كميات جديدة من النواتج  $\text{H}_2\text{O}$  و  $\text{Cl}_2$  وتزداد تركيزها



عند سحب  $\text{O}_2$  يقل تركيزه في المحلول ويختل الإتزان وبحسب لوشناتليه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الإتزان وإزاحته جهة المتفاعلات التي تُقلل من أثر هذا النقصان

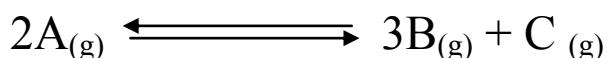
- يقل تركيز  $\text{NO}$  ويزداد تركيز  $\text{N}_2$

ثانياً : الضغط

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

ضغط الغاز يتناصف عكسيًا مع حجم الوعاء وطريدياً مع عدد مولاته أو جزيئاته.

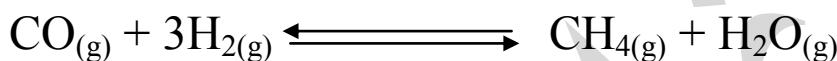
تأمل التفاعل الاتي لبيان أثر الضغط في الاتزان الكيميائي :



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

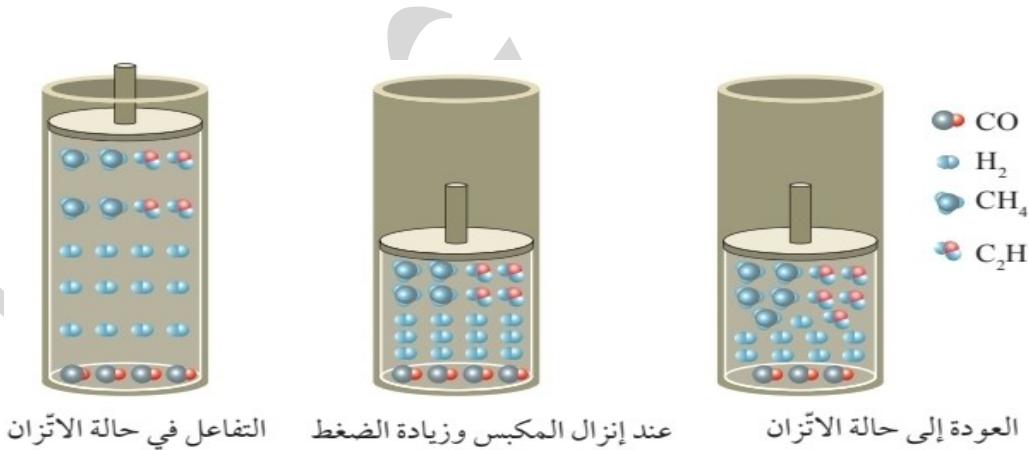
\* زيادة الضغط يدفع الاتزان نحو الحجم الأقل ( عدد مولات أقل )

مثال :- تأمل التفاعل الاتي 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

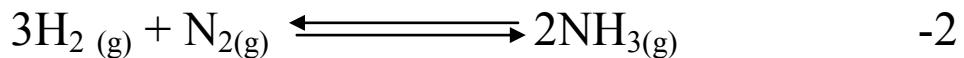
- وبذلك تزداد سرعة التفاعل الأمامي ويزداد تكوين غاز الميثان

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



من معادلة التفاعل نلاحظ أن هناك مولين من الغازات المُتفاعلة  $\text{PCl}_3 + \text{Cl}_{2(g)}$  و مول واحد من المواد الناتجة  $\text{PCl}_5$

زيادة الضغط تؤدي إلى انزياح موضع الاتزان نحو عدد المولات الأقل أي بإتجاه النواتج التفاعل الأمامي



بما أن ضغط الغاز يتناسب عكسياً مع حجم الغاز فإن زيادة حجم الوعاء يؤدي إلى تقليل الضغط

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

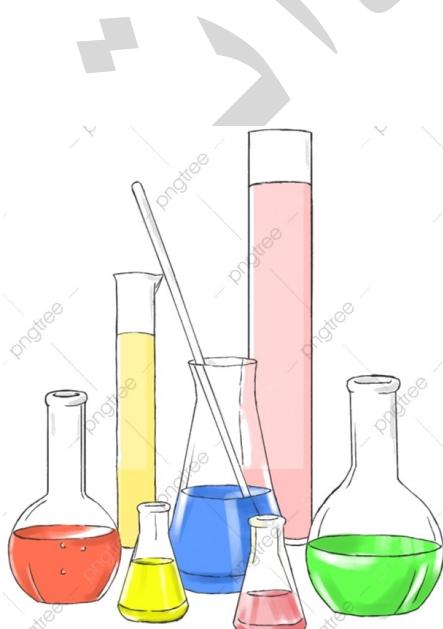
### ثالثاً : درجة الحرارة Temperature

#### 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



طارد للحرارة - = $\Delta H$	ماص للحرارة + = $\Delta H$	المؤثر
يتجه التفاعل <b>نحو اليمين</b> فيزيد من <b>تراكيز النواتج</b> و <b>يزيد قيمة ثابت الاتزان</b>	يتجه التفاعل <b>نحو اليسار</b> فيقل من <b>تراكيز النواتج</b> و <b>يقل قيمة ثابت الاتزان</b>	زيادة درجة الحرارة
يتجه التفاعل <b>نحو اليمين</b> فيزيد من <b>تراكيز النواتج</b> و <b>يزيد قيمة ثابت الاتزان</b>	يتجه التفاعل <b>نحو اليسار</b> فيقل من <b>تراكيز النواتج</b> و <b>يقل قيمة ثابت الاتزان</b>	نقص درجة الحرارة

مثال : دراسة أثر تغيير درجة الحرارة لتفاعل مُتنّ ماصٌ للحرارة مثل تفاعل تحلٍ رباعيًّا أكسيد ثنائي النيتروجين  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

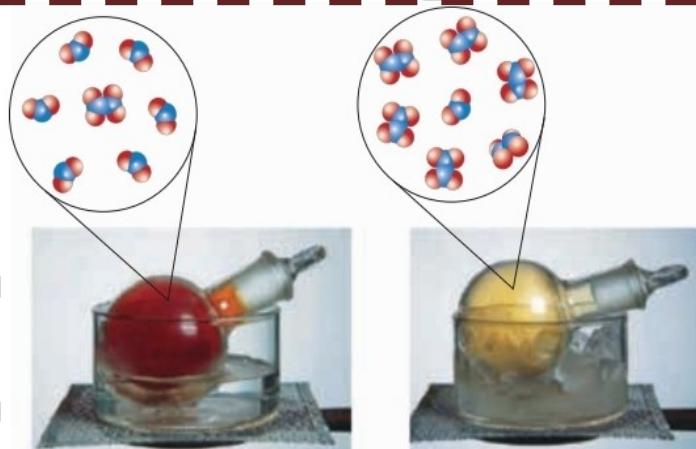


عديم اللون

لون بني محمر

يكون التفاعل في حالة اتّزان عند درجة حرارة الغرفة ، وعند تسخين خليط الغازات تزداد درجة حرارته، مما يدفع التفاعل إلى تعديل موضع الاتّزان ويتجه نحو الجهة التي تستهلك الحرارة الزائدة ؛ أي جهة إنتاج  $\text{NO}_2$  لذا يلاحظ حدوث زيادة في شدّة اللون البنّي المُمحمر، وتستقر شدته بعد مدة من الزمن، ويصل التفاعل إلى حالة اتّزان جديدة ولا يعود إلى اللون الباهت مرة أخرى

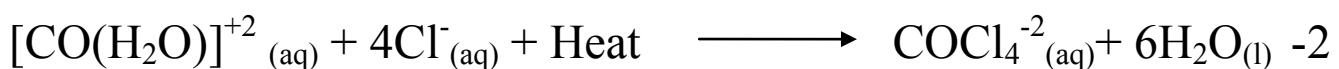
ملاحظة مهمة جداً : أن تغيير درجة حرارة التفاعل المُتنّ يؤدي إلى حالة اتّزان جديدة، لا يعود فيها التفاعل إلى حالة الاتّزان التي كان عليها.



أتحقق ص 95 :



التفاعل طارد للحرارة لأن الحرارة على جهة النواتج و عند رفع درجة الحرارة يعدل الاتّزان نفسه فيتجه بالاتّجاه العكسي ليقلل من الحرارة فيزيد تركيز  $\text{SO}_2$  ، أي يزاح الاتّزان نحو جهة المواد المتفاعلة

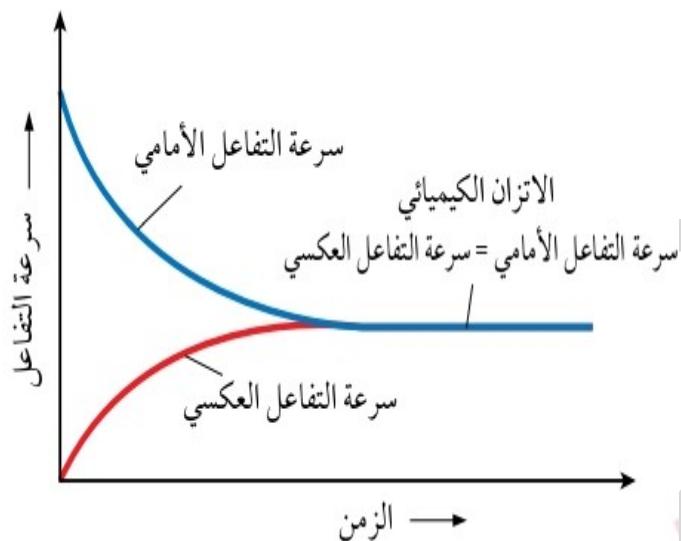


التفاعل ماص للحرارة لأن الحرارة على جهة المتقاعلات و عند رفع درجة الحرارة يعدل الاتزان نفسه فيتجه بالاتجاه الأمامي ليقلل من الحرارة فيزيد تركيز  $\text{COCl}_4^{-2}$  فيظهر اللون الأزرق أي يزاح الاتزان نحو الاتجاه الأمامي (النواتج).

#### رابعاً : العامل المساعد (الحفاز) Catalyst

في التفاعلات المتزنة يستمر التفاعل بالحدث في الإتجاهين الأمامي و العكسي كما في

الشكل



#### العامل المساعد :-

مادة تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي دون أن تستهلك أثناء التفاعل

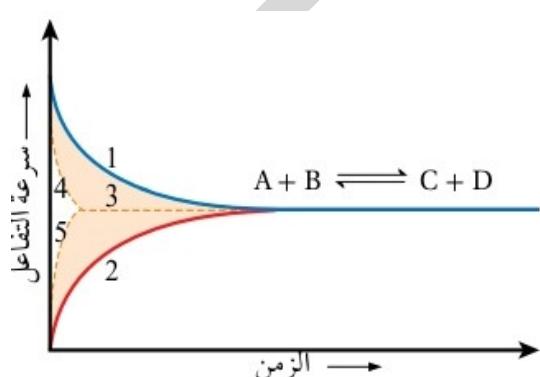
#### ما أثر العامل المساعد في سرعة التفاعل :-

يمهد مساراً بديلاً للتفاعل ما يجعل

التفاعل :- يحدث بشكل أسرع

الزمن :- أقل

#### أثر العامل المساعد في موضع الاتزان :-



تصل التفاعلات

المنعكسة إلى حالة

اتزان كيميائي ما

يعني أن سرعة

التفاعل الأمامي

تساوي سرعة التفاعل

العكسي و في اللحظة

التي تتساوي فيها سرعة التفاعل الأمامي مع سرعة التفاعل العكسي يكون التفاعل قد وصل إلى موضع الاتزان 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- التعريف وردت خلال الدرس

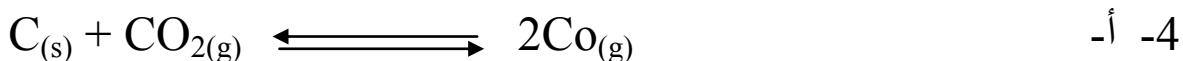


أ- زيادة تركيز  $\text{PCl}_3$  في المحلول يختل الإتزان وبحسب لوتشاتليه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتزان وإزاحته جهة اليمين بإتجاه النواتج التي تقلل من أثر هذه الزيادة

وبالتالي يقل تركيز  $\text{NH}_3$

ب- عند سحب  $\text{HCl}$  يقل تركيزه في المحلول ويختل الإتزان وبحسب لوتشاتليه فإن التفاعل ي العمل على تعديل موضع الاتزان وإزاحته جهة اليمين (الأمامي) التي تقلل من أثر هذا النقصان ويقل تركيز  $\text{NH}_3$

ج- زيادة تركيز  $\text{P}(\text{NH}_2)_3$  في المحلول يختل الإتزان وبحسب لوتشاتليه فإن التفاعل ي العمل على تعديل موضع الاتزان وإزاحته جهة اليسار باتجاه المتفاعلات التي تقلل من أثر هذه الزيادة وبالتالي يزداد تركيز  $\text{NH}_3$



زيادة الضغط تؤدي إلى انزياح موضع الاتزان نحو عدد المولات الأقل أي بإتجاه **المتفاعلات**



زيادة الضغط تؤدي إلى انزياح موضع الاتزان نحو عدد المولات الأقل أي بإتجاه **النواتج**

و يتم انتاج كمية أكبر من  $SO_3$



زيادة الضغط تؤدي إلى انزياح موضع الاتزان نحو عدد المولات الأقل أي بإتجاه **النواتج**



زيادة الضغط تؤدي إلى انزياح موضع الاتزان نحو عدد المولات الأقل أي بإتجاه **المتفاعلات**



أ- بما أن ضغط الغاز يتناصف عكسيا مع حجم الوعاء فإن زيادة حجم الوعاء يؤدي إلى 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 إلى انزياح موضع الاتزان بحسب لوتشاتلييه نحو عدد المولات الأعلى أي بإتجاه **المتفاعلات** ( التفاعل العكسي ) أو اليسار

ب- بما أن التفاعل طارد للحرارة ( إشارة  $\Delta H$  سالبة ) و عند رفع درجة الحرارة يعدل الاتزان نفسه بحسب لوتشاتلييه فيتجه باتجاه المتفاعلات ليقلل 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 محلول يختل الاتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتزان وإزاحته جهة اليمين بإتجاه **النواتج** أو التفاعل الأمامي التي تقلل من أثر هذه الزيادة

رمز الفقرة	الإجابة	-6
5	د	
4	د	
3	أ	
2	ب	
1	ج	

# تعابيرات ثابت الإتزان والحسابات المتعلقة به

٩

## ثابت الإتزان

Equilibrium Constant

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

تعبير ثابت الإتزان Equilibrium Constant Expression

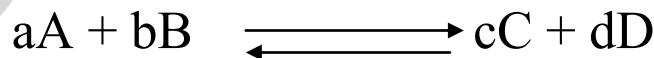
توصل العالمان النرويجيان كاتو جولدبيرج وبير وبيج عن طريق دراستهما للتفاعلات المُتَزَنَّة إلى علاقة تصف حالة الإتزان سُمِّيَت بـ :

قانون فعل الكتلة (Mass Action Law) :

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

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

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



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

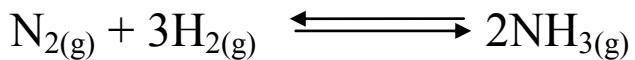


فوري :

\*\*\*\* لا تدخل تراكيز المواد الصلبة في تعبير ثابت الإتزان لأنها نقية و تركيزها ثابت مهما اختلفت كتلتها

يُعبر عن ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية للمواد المُتفاولة والناتجة ، ولذلك يُرمز لثابت الاتزان في هذه الحالة  $K_C$  بدلًا من  $K_{eq}$

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



وتعبر ثابت الاتزان للتفاعل على النحو الآتي :  
 $K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$   
 يستفاد من قيمة ثابت الاتزان في تحديد الجهة التي يُزاح

إليها الاتزان وحساب كميات المواد الناتجة والمُتفاولة عند الاتزان كما يلي :-

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



\* يكون موضع الاتزان مُزاحاً إلى جهة المواد الناتجة

\* تراكيز المواد الناتجة أكبر من تراكيز المواد المُتفاولة

\* مردود التفاعل أكبر.

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



\* يكون موضع الاتزان مُزاحاً إلى جهة المواد المُتفاولة

\* تراكيز المواد الناتجة أقل من تراكيز المواد المُتفاولة

\* مردود التفاعل قليلاً.

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 بدلًا من تراكيزها ،

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

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

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 والناتجة جميعها في حالات فيزيائية نفسها سواء أكانت غازات أم محليلات.

مثال : - تفاعل غاز الأمونيا مع غاز الأكسجين : -

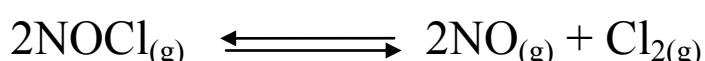


$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^4 [\text{H}_2\text{O}]^6}{[\text{NH}_3]^4 [\text{O}_2]^7}$$

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

ويكتب ثابت الاتزان على النحو الآتي : -

أفكر ص 102 :



## الاتزان غير المتجانس

Heterogeneous Equilibrium

الاتزان غير المتجانس : -

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

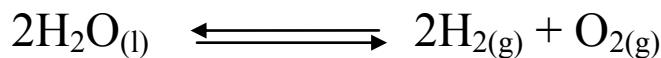
مثال :- تتحلل كربونات الكالسيوم الصلبة  $\text{CaCO}_3$  بالحرارة في وعاء مغلق كما يلي :-



نلاحظ أن ثابت الاتزان يعتمد فقط على تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون  $\text{CO}_2$

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

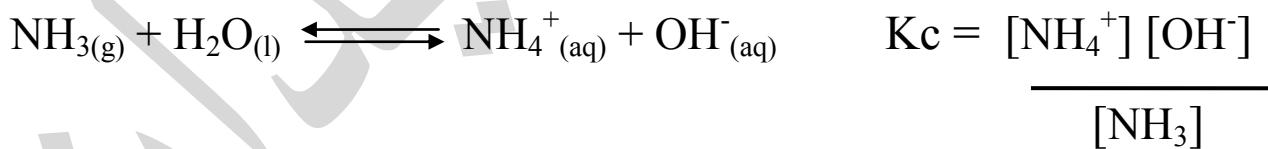
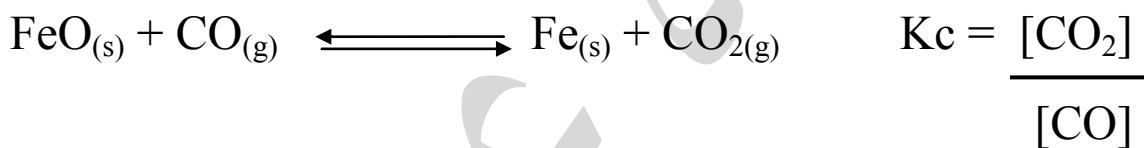
مثال :- يتحلل الماء السائل وفق المعادلة الآتية :-



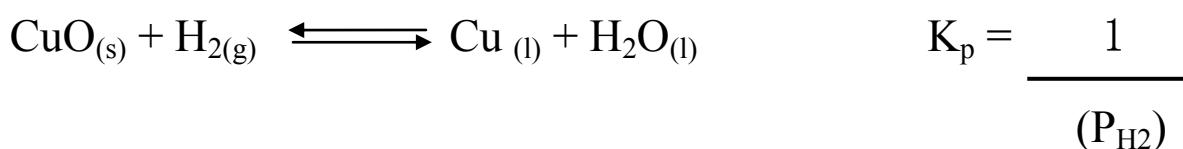
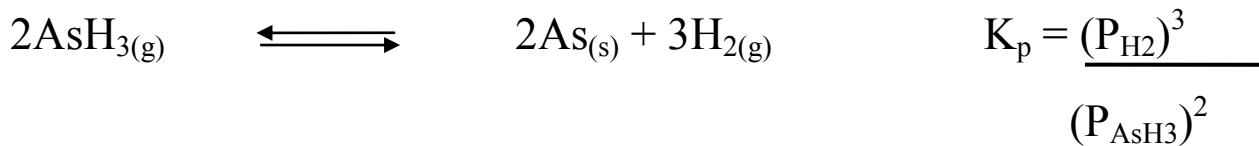
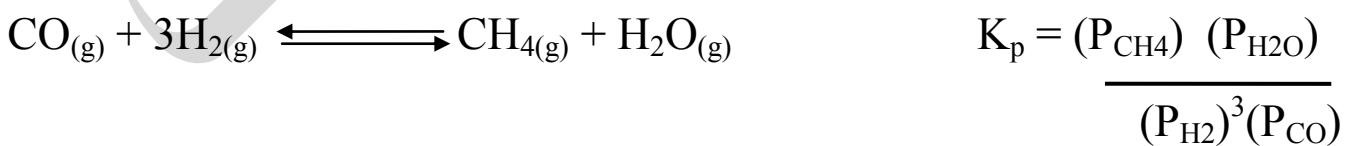
وحيث إن الماء في التفاعل مادة سائلة؛ فإن تركيزه يبقى ثابتاً، لذا لا يؤثر في ثابت الاتزان؛  
لذا لا يكتب في تعبير ثابت الاتزان الذي يعبر عنه كما يلي :-

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

أتحقق ص 103: أ)



( ب )



## الحسابات المتعلقة بثابت الاتزان

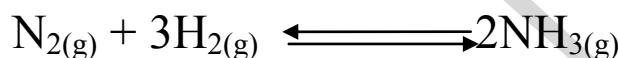
### استعمال ثوابت الاتزان



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

وقد عرفنا في ما سبق أن نسبة تراكيز المواد الناتجة إلى تراكيز المواد المتفاعلة التي يعبر 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

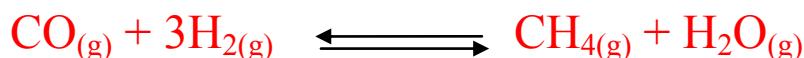
التجربة	التركيز الابتدائي (M بوحدة)	التركيز عند الاتزان (M بوحدة)	ثابت الاتزان
1	$[N_2]_0 = 1$ $[H_2]_0 = 1$ $[NH_3]_0 = 0$	$[N_2] = 0.921$ $[H_2] = 0.763$ $[NH_3] = 0.157$	$K_c = 6.02 \times 10^{-2}$
2	$[N_2]_0 = 0$ $[H_2]_0 = 0$ $[NH_3]_0 = 1$	$[N_2] = 0.399$ $[H_2] = 1.197$ $[NH_3] = 0.203$	$K_c = 6.02 \times 10^{-2}$
3	$[N_2]_0 = 2$ $[H_2]_0 = 1$ $[NH_3]_0 = 3$	$[N_2] = 2.59$ $[H_2] = 2.77$ $[NH_3] = 1.82$	$K_c = 6.02 \times 10^{-2}$

بل تعتمد على تراكيز المواد في وعاء التفاعل عند الاتزان .

### حساب ثابت الاتزان

يُستخدم تعبير ثابت الاتزان  $K_c$  في حساب قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات التي تحدث في أو عية 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 المعطى أعداد مولات لهذه المولات

باستخدام قانون المolarية نحسب تركيز المواد جميعها :-

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

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

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

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

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



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

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

$2HI_{(g)}$	$\rightleftharpoons$	$H_{2(g)} + I_{2(g)}$
0.8 M	0	0
$-2X$	$+X$	$+X$
$(0.8-2X)$	$(X)$	$(0.0884)$

التركيز عند بداية التفاعل :

التغيرات التي تطرأ على التركيز :

التركيز عند الاتزان :

يتضح من المعادلة أن :

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

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

نحسب ثابت الاتزان كما يلي :

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

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

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



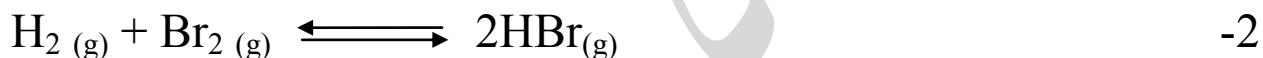
$$K_p = \frac{(P_{NOCl})^2}{(P_{NO})^2(P_{Cl})} = \frac{(1.2)^2}{(0.05)^2(0.3)} = \frac{1.44}{0.00075} = 1920$$



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

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

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



التركيز عند بداية التفاعل :

التغيرات التي تطرأ على التركيز :

التركيز عند الاتزان :

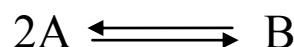
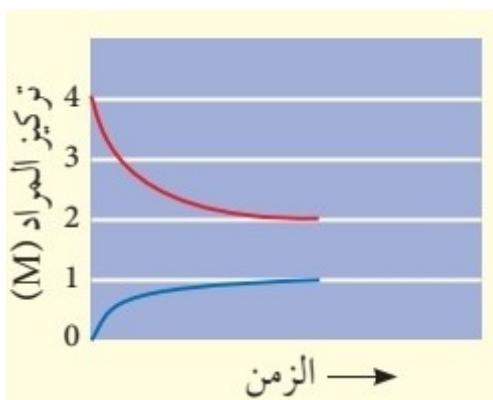
لإيجاد X نجد التغير في التركيز قبل الاتزان وبعده من عدد مولات  $H_2$  عند الإتزان

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

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

$$[HBr] = 2x = 2(0.21) = 0.42 \text{ M} \rightarrow K_c = 126$$

أفكـر ص 107 :- نلاحظ من الشـكل أن المنـحنـى المـتـاقـصـ يـمـثـلـ مـادـةـ مـتـفـاعـلـةـ بـيـنـماـ المـتـزـاـيدـ يـمـثـلـ مـادـةـ نـاتـجـةـ بـإـفـتـراـضـ الرـمـوزـ الـآـتـيـةـ :-

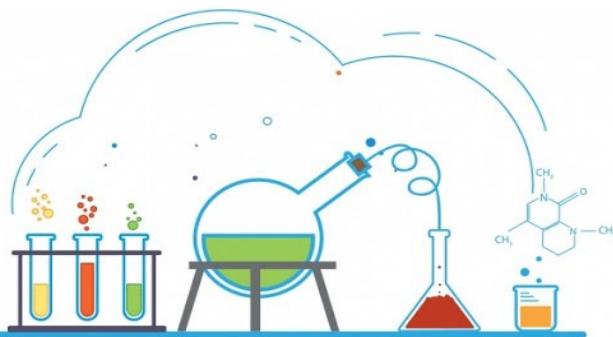


$$K_c = \frac{[B]}{[A]} \quad K_c = \frac{1}{(2)^2} = 0.25$$

تركيز المواد عند الاتزان كالتالي :-

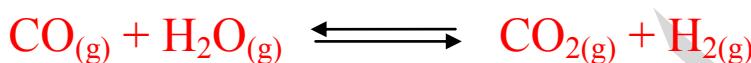
# حساب تراكيز المواد عند الاتزان

يرافق حدوث التفاعلات الكيميائية تغيرات في تراكيز المواد المُنفَاعلة والناتجة إلى حين وصول التفاعل إلى حالة الاتزان



— CHEMISTRY —

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

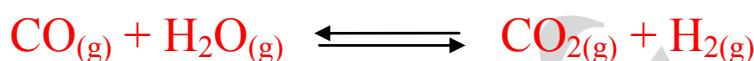


مثال (1) :-

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  $\text{CO}$  بمقدار  $X$  ، فإن تركيز  $\text{H}_2\text{O}$  ينقص بمقدار  $X$  وتزداد تراكيز المواد الناتجة بالمقدار  $X$  نفسه .



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

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

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

التراكيز عند بداية التفاعل:

التغيرات التي تطرأ على التراكيز :

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 :

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

و بالتالي :-

$$x = 0.387$$

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

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

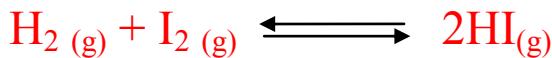
$$[\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = 1 + x = 1 + 0.387 = 1.387 \text{ M}$$



نحسب التركيز الابتدائي لكل غاز :-

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

ننظم التغييرات التي تطرأ على تراكيز المواد على النحو الآتي :-



التراكيز عند بداية التفاعل :-

التغييرات التي تطرأ على التراكيز :-

التراكيز عند الاتزان :-

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 الجزر 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 :-

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



التراكيز عند بداية التفاعل:



التغيرات التي تطرأ على التراكيز:



التراكيز عند الاتزان:

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

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

بأخذ الجذر التربيعي

$$49(0.2 - 2\text{X}) = (\text{X})$$

و بالتالي:-

$$9.8 - 98\text{X} = \text{X}$$

$$99\text{X} = 9.8$$

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

تراكيز المواد المتفاعلة والناجحة عند الاتزان

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

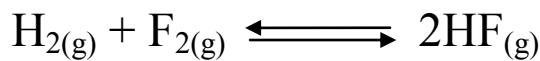
$$[\text{N}_2] = (\text{X}) = 0.099 \text{ M}$$

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

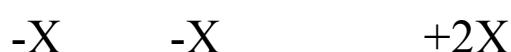
2- حسب التراكيز الابتدائية للمواد جميعها من قانون المolarية:-

$$[\text{H}_2]_0 = n/V = 3/3 = 1 \text{ M}$$

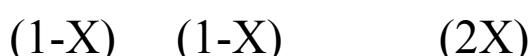
$$[\text{F}_2]_0 = n/V = 3/3 = 1 \text{ M}$$



التراكيز عند بداية التفاعل:



التغيرات التي تطرأ على التراكيز:



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

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

$$x = 0.843$$

وبهذا تكون تراكيز الغازات عند الاتزان كما يأتي :

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

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

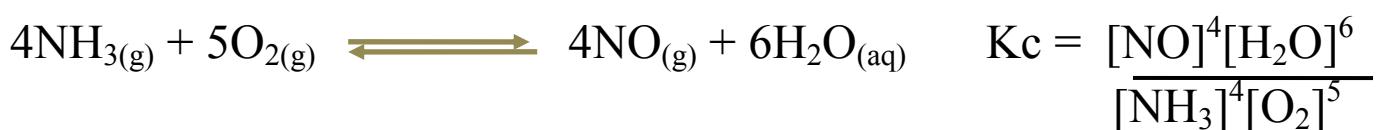
### مراجعة الدرس

-1

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

-2- التعريف وردت خلال الدرس

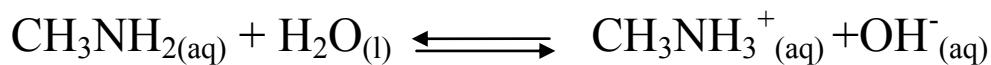
-3



$$K_c = [\text{Ba}^{+2}] [\text{SO}_4^{-2}]$$

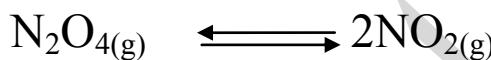


$$K_c = \frac{[Zn^{+2}]}{[Cu^{+2}]}$$



$$K_b = \frac{[OH^-][CH_3NH_3^+]}{[CH_3NH_2]}$$

4- بإستخدام قانون المolarية نحسب تركيز المواد جميعها :-



$$M_{(N_2O_4)} = n/V \rightarrow M_{(N_2O_4)} = 0.65/0.5 = 1.3M = [N_2O_4]$$

$$M_{(NO_2)} = n/V \rightarrow M_{(NO_2)} = 0.5/0.5 = 1M = [NO_2] \quad \text{التركيز عند الاتزان } 1.3 - 1 = 0.3M$$

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \rightarrow \frac{(1)^2}{0.3} = 3.33$$

5- نحسب التركيز الابتدائية للمواد جميعها :-

$$[N_2]_0 = [O_2]_0 = n/V = 2/1 = 2M$$

ننظم التغيرات التي تطرأ على تركيز المواد على النحو الآتي :-



التركيز عند بداية التفاعل:

التغيرات التي تطرأ على التركيز :

التركيز عند الاتزان :

أطبق قانون ثابت الاتزان:

$$K_c = \frac{[NO]^2}{([N_2][O_2])}$$

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

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 :

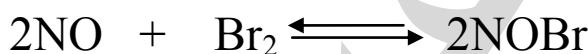
$$[N_2] = [O_2] = 2 - 0.003 = 1.997 \text{ M}$$

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

-6

5	4	3	2	1	الفقرة
ج	د	ب	أ	ب	الجواب

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



التراكيز عند بداية التفاعل

التغييرات التي تطرأ على التراكيز :

التراكيز عند الاتزان :

$$2X = 0.08 \rightarrow X = 0.04 \quad \text{إذن قيمة } X \text{ تساوي} :-$$

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

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

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

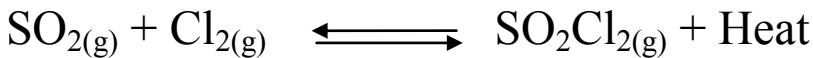
$$K_c = 266.7$$

## مراجعة الوحدة



1- التعريف وردت خلال الدرس

2- تفاعل ثاني أكسيد الكبريت  $\text{SO}_2$  مع الكلور  $\text{Cl}_2$  :



أ- زيادة تركيز  $\text{Cl}_2$  في المحلول

- يختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الإتزان وإزاحته جهة اليمين التي تقلل من أثر هذه الزيادة وبالتالي تزداد سرعة التفاعل الأمامي ويتكون كميات جديدة من  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  ويزداد تركيزه (نحو اليمين أي نحو المواد الناتجة)

ب- سحب  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  من الوعاء

- يختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل ي العمل على تعديل موضع الإتزان وإزاحته جهة اليمين التي تقلل من أثر هذا النقصان وبالتالي تزداد سرعة التفاعل الأمامي (نحو النواتج)

ج- تقليل كمية  $\text{SO}_2$  في وعاء التفاعل

يختل الإتزان وبحسب لوتشاتلييه فإن التفاعل ي العمل على تعديل موضع الإتزان وإزاحته جهة اليسار (نحو المتفاعلات) التي تقلل من أثر هذا النقصان وبالتالي تزداد سرعة التفاعل العكسي



التفاعل طارد للحرارة لأن قيمة  $\Delta H$  سالبة وعند خفض درجة الحرارة يعدل الإتزان نفسه

فيتجه باتجاه اليمين ليزيد من الحرارة ، أي يزاح موضع الإتزان بالاتجاه الأمامي نحو

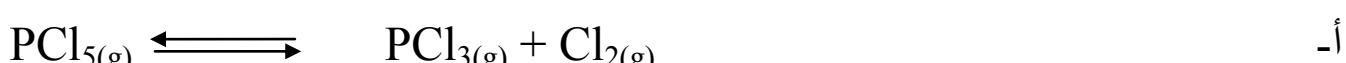
النواتج



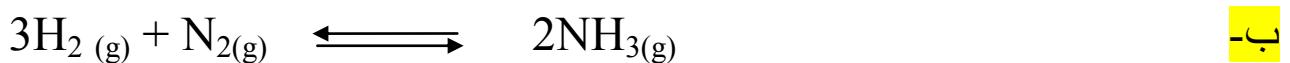
التفاعل ماص للحرارة لأن قيمة  $\Delta H$  موجبة وعند خفض درجة الحرارة يعدل الإتزان نفسه

فيتجه باتجاه اليسار ليزيد من الحرارة ، أي يزاح موضع الإتزان نحو المتفاعلات

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



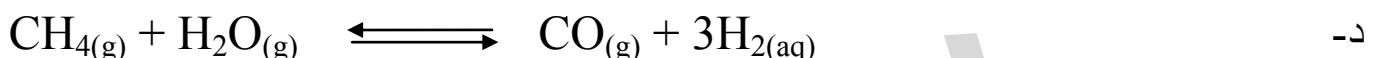
زيادة الضغط يدفع الاتزان نحو المتقاعلات لأن عدد مولاتها أقل



زيادة الضغط يدفع الاتزان نحو النواتج لأن عدد مولاتها أقل

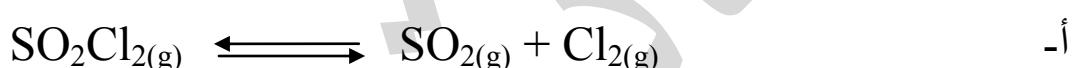


زيادة الضغط يدفع الاتزان نحو المتقاعلات لأن عدد مولاتها أقل



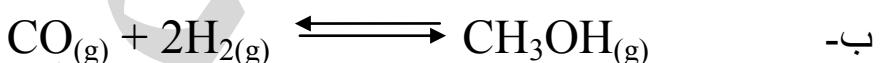
زيادة الضغط يدفع الاتزان نحو المتقاعلات لأن عدد مولاتها أقل

-5

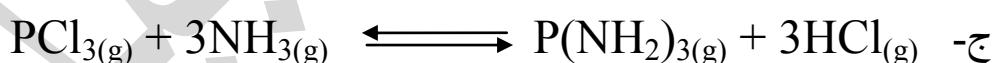


بما أن ضغط الغاز يتتناسب عكسياً مع حجم الوعاء فإن تقليل حجم الوعاء يؤدي إلى زيادة الضغط

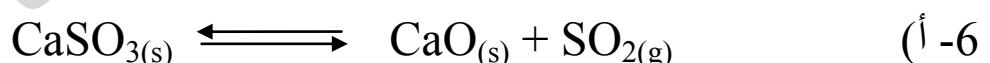
و زيادة الضغط تدفع موضع الاتزان نحو عدد مولات أقل ، أي بالاتجاه العكسي **للمتقاعلات**



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



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



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

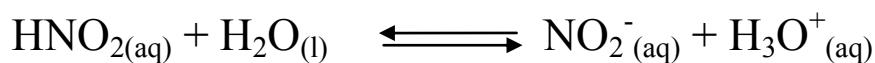


$$K_c = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]^2[\text{O}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_5]^2}$$



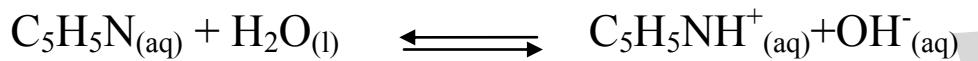
$$K_c = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{[\text{NH}_3]^2 [\text{Ag}^+]}$$

( د )

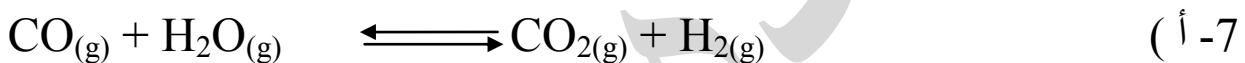


$$K_a = \frac{[\text{NO}_{2(\text{aq})}^-][\text{H}_3\text{O}_{(\text{aq})}^+]}{[\text{HNO}_2]}$$

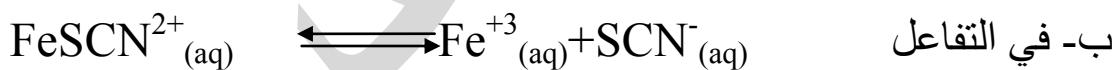
( ه )



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

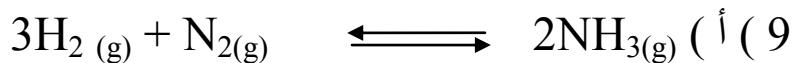


لأن الضغط يتأثر بعدد المولات وفي هذا التفاعل عدد مولات المواد المتفاعلة يساوي عدد مولات المواد الناتجة



عند ترسيب أيونات الحديد يختل الإتزان وبحسب لوشناتليبيه فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الإتزان وإزاحته جهة اليمين(النواتج) التي تُقلل من أثر هذا النقصان وبالتالي تزداد سرعة التفاعل الأمامي ويزداد تركيز  $\text{SCN}^-$  و تزداد كميته الناتجة

8 ) عند ارتفاع درجة الحرارة تقل قيمة ثابت الإتزان حيث أن التفاعل يتجه نحو اليسار فيقل تركيز النواتج وبالتالي تقل قيمة ثابت الإتزان 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 الإتزان 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

اليمن وانتاج المزيد من الأمونيا . أي يدفع موضع الاتزان نحو المواد الناتجة مما يزيد من تراكيز المواد الناتجة



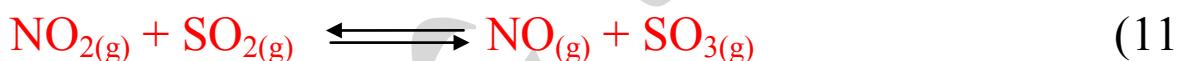
$$K_c = 4 \times 10^{13}$$

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

و يتوقع وجود تراكيز المواد الناتجة (NO<sub>2</sub>) بشكل أكبر عند الاتزان لأن ثابت الاتزان كبير جدا

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

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



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<sub>2</sub> بمقدار X ، فإن تركيز SO<sub>2</sub> ينقص بمقدار X وتزداد تراكيز المواد الناتجة بالمقدار X نفسه .



التراكيز عند بداية التفاعل :

التغييرات التي تطرأ على التراكيز :

التراكيز عند الاتزان :

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

وبأخذ جذر الطرفين نحصل على ما يلي :

$$1.94(0.8 - x) = 0.8 + x \quad \text{و بالتالي :}$$

$$x = 0.255$$

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

$$[NO_2] = [SO_2] = 0.8 - x = 0.8 - 0.256 = 0.545 \text{ M}$$

$$[NO] = [SO_3] = 0.8 + x = 0.8 + 0.256 = 1.055 \text{ M}$$

(12) نحسب التركيز الابتدائي لبروميد اليود :-

$$[IBr]_0 = n/V = 0.1/1 = 0.1 \text{ M}$$



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

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

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

التراكيز عند بداية التفاعل :

التغيرات التي تطرأ على التراكيز :

التراكيز عند الاتزان :

أطبق قانون ثابت الاتزان :

$$K_c = \frac{[I_2][Br_2]}{[IBr]^2}$$

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

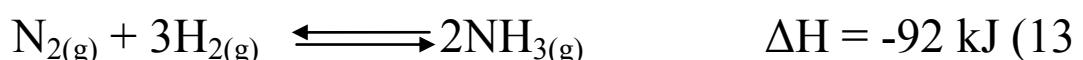
أخذ الجذر التربيعي للطرفين :-

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

$$X = 0.012$$

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

$$[I_2] = [Br_2] = 0.012 \text{ M}$$



### أ) أثر درجة الحرارة :-

تفاعل إنتاج الأمونيا طارد للحرارة لأن المحتوى الحراري للتفاعل اشارته سالبة و بالتالي حسب مبدأ لوتشاتلييه 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 بإتجاه النواتج أي التفاعل الأمامي فيزيد من نسبة الأمونيا الناتجة .

(ب)

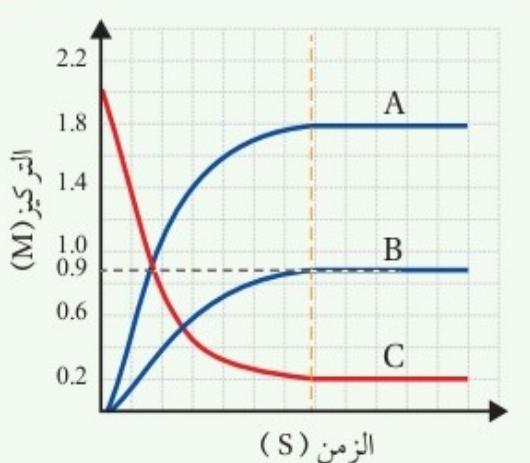
باستخدام الضغوط الجزئية للغازات.

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 لأن الترکیز یقل مع مرور الزمن (يتناقص) والمنحنى الأزرق للمواد B , A يمثل مواد ناتجة لأن ترکیزها یزداد مع مرور الزمن



من المنحنى نجد أن تراكيز المواد عند الاتزان كما يلي

$$[SO_3] = 0.2 \text{ M}$$

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

المعادلة الموزونة حيث انه لدينا مولين من  $\text{SO}_2$  فيأخذ الرمز B أما الأكسجين فيأخذ الرمز A

ج-

$$K_c = \frac{[\text{O}_2][\text{SO}_2]^2}{[\text{SO}_3]^2} \rightarrow \frac{1.8 \times (0.9)^2}{(0.2)^2} = 72.9$$

15- أ - هيدروكسي أباتيت

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



ج-

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

د- تُنتج أيونات الفلوريد  $\text{F}^-$  التي تحل محل أيون الهيدروكسيد  $(\text{OH}^-)$  في معدن الهيدروكسي

أباتيت، وينتج معدن الفلورو أباتيت  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ ، ويدخل في تكوين مينا الأسنان.



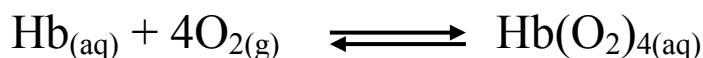
5	4	3	2	1	الفقرة
ب	ج	أ	د	ج	الجواب
10	9	8	7	6	الفقرة
د	د	ب	ب	ج	الجواب
		13	12	11	الفقرة
		أ	ج	ج	الجواب

(16)

## مواضيع الربط ( وحدة الإتزان الكيميائي )

### \* اتزان ( هيموجلوبين – أكسجين ) في الجسم

يرتبط الأكسجين الذي يدخل الجسم أثناء التنفس بجزئيات الهيموجلوبين Hb في الدم و ينتج الهيموجلوبين المؤكسج  $Hb(O_2)_4$  حيث يشكل الهيموجلوبين والأكسجين نظاماً متزناً كما في المعادلة :



يصل الهيمو المؤكسج إلى أنسجة الجسم حيث تركيز الأكسجين قليل فيزاح الأكسجين نحو اليسار و يتحرر الأكسجين المرتبط بالهيموجلوبين و بذلك تحدث العمليات الحيوية الازمة لنشاط الجسم و حيويته

### \* حماية الأسنان من التآكل :-

مكونات الأسنان : تغطى الأسنان بطبقة خارجية صلبة تسمى المينا التي تتكون من نسبة عالية من المعدن خصوصاً هيدروكسي أباتيت  $Ca_5(PO_4)_3OH$  قد تذوب في الماء اعتماداً على حمضية السائل الموجود في الفم أو قاعديته و تركيز 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 تخرم 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 مما يختل التوازن 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 فلوروريد الصوديوم و فلوريد الخارصين في صناعة معجون الأسنان التي تنتج أيونات  $F^-$  التي **”الطبقات التي يتكون منها السن“** تحل محل أيونات الهيدروكسيد ( $OH^-$ ) في

معدن الهيدروكسي و ينتج مركب فلورو أباتيت الذي يدخل في تكوين مينا الأسنان





تم تنزيل هذا الملف من موقع منتديات صقر الجنوب

للمزيد من اللافات ابحث عن منتديات صقر الجنوب

# Search

منتديات صقر الجنوب

