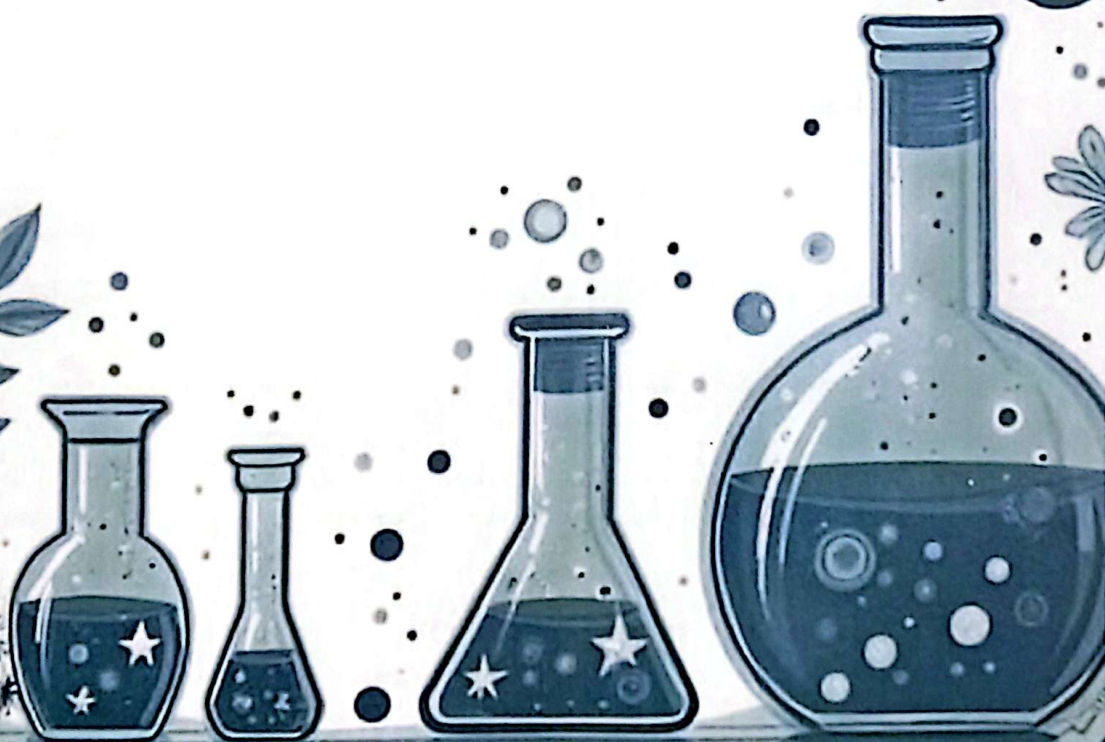


الكيمياء الوحدة الثالثة اللاتزان الكيمياء

اعداد الاستاذ
عثمان القدومي
ت. 0789860593



الوحدة الثالثة :

« الإتران الكيميائي »

الدرس الأول : الإتران الكيميائي و العوامل المؤثرة فيه :

مقدمة : قد نكتسب من التفاعلات وننتهي باستهلاك المواد المتفاعلة.

أحدها أو جميعها كلياً. و مثل هذا النوع من التفاعلات يُسمى

التفاعلات غير المتكفة. مثل $2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$

و هناك نوع آخر من التفاعلات الكيميائية تجري في أوعية مغلقة

لا تسمح بفقدان أي كمية من المواد المتفاعلة أو الناتجة من وعاء التفاعل.

و هذا التفاعل يجعل التفاعل يحدث باتجاهين متعاكسين ويطلق عليه

التفاعلات المتكفة. ($\rightleftharpoons$)

توضيح للتفاعلات المتكفة : (يحدث فيها تفاعلان في آن واحد) .

- عند بداية التفاعل تتفاعل م. المتفاعلة في ما بينها لتكون م. الناتجة

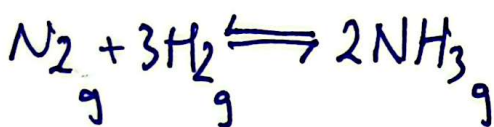
ويطلق عليها تفاعل أمامي بهم نحو اليمين .

- و بمجرد أن تتكون م. الناتجة تبدأ التفاعل معها لتعيد تكون المواد المتفاعلة .

مرة أخرى ويسمى تفاعل عكسي بهم نحو اليسار (وذلك عند ظروف منسجمة من

الضغط والحرارة) ، بذلك نجد وعاء التفاعل يحتوي على كميات مختلفة من

المواد المتفاعلة و المواد الناتجة بالوقت نفسه .



و بذلك يكون التفاعل في وضع الإتران

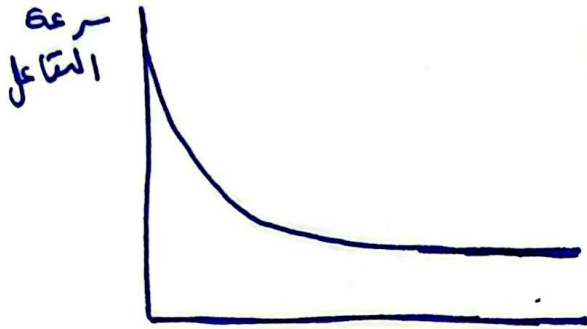
- و يُشار الإتران بسهمين باتجاهين

متعاكسين $\rightleftharpoons$

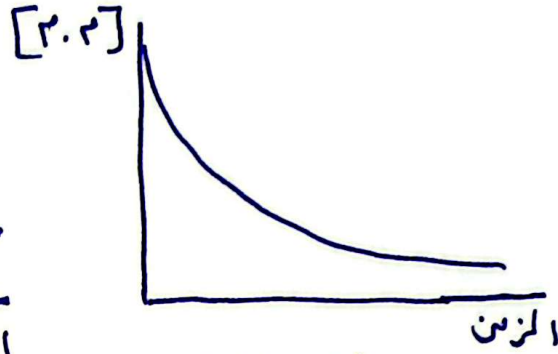
س/ كيف يتم و متى يصل التفاعل / النظام لوضع الإتران ؟

2

- تشير التجارب إلى أن تراكم م. المتفاعلة تكون في البداية أكبر ما يمكن وتكون سرعة تفاعل وتحوّلها إلى م. ناتجة أعلى ما يمكن وتسمى سرعة تفاعل أمامي ، ومع مرور الوقت تراكم م. المتفاعلة تتناقص و سرعة تفاعل أمامي تتناقص

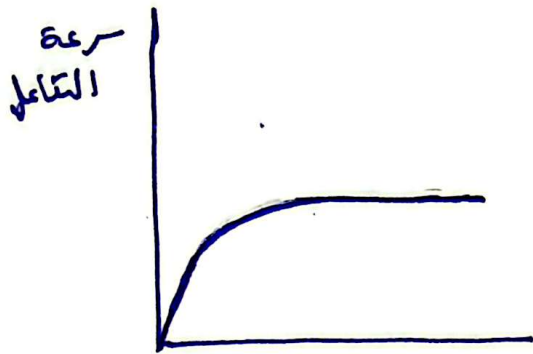


الزمن تغير سرعة تفاعل أمامي مع الزمن .

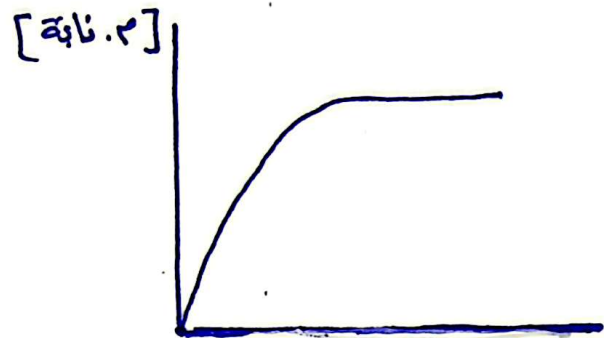


تغير تراكم م. متفاعلة مع الزمن

- أما المواد الناتجة فتركيزها تكون صفر عند بداية التفاعل ($t=0$) و بمرور تكون م. الناتجة وتكون تبدأ بالتفاعل والتحول لمواد متفاعلة . ليبدأ حدوث التفاعل العكسي ومع مرور الوقت تزداد تراكيز م. الناتجة و تزداد سرعة تفاعل وتحوّلها لمواد متفاعلة وتسمى سرعة تفاعل عكسي .



الزمن تغير سرعة تفاعل عكسي مع الزمن .

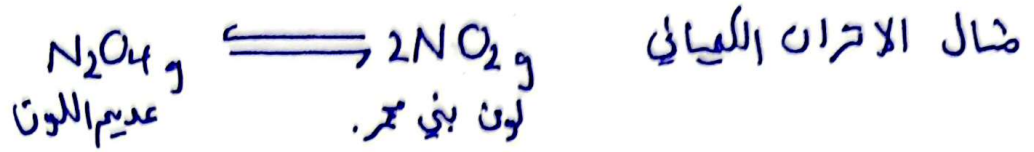


الزمن تغير تراكيز م. ناتجة مع الزمن

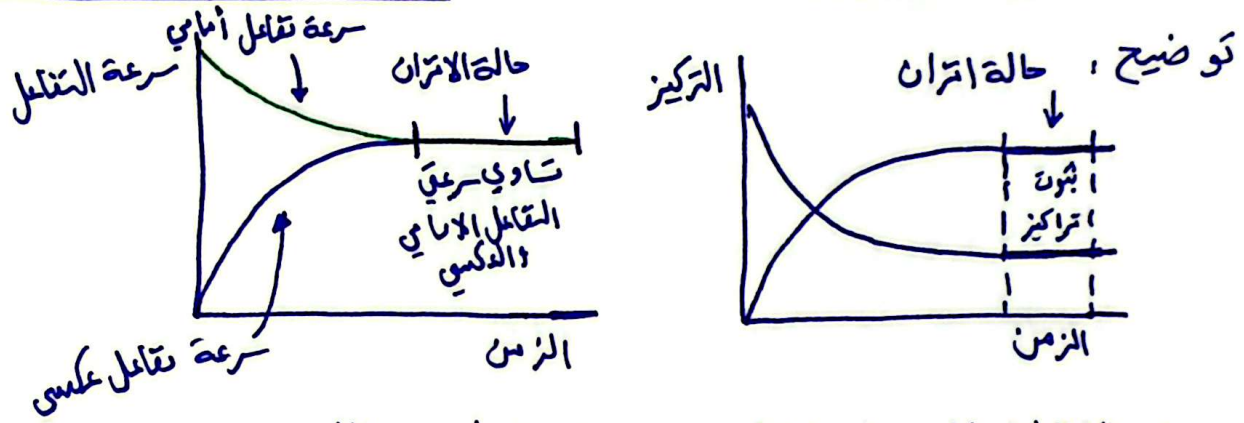
- وحين تصبح سرعة التفاعل الأمامي ساوية لسرعة التفاعل العكسي . يوصف التقليل بأنه في حالة اتزان كيميائي .

- و يُعد الاتزان ديناميكي (أي يمر حدوث التفاعل بالإنجائين بالسرعة نفس وكذلك تثبت تراكيز م. المتفاعلة و م. الناتجة ...)

3. وعند الاتزان يتساوى سرعتى التفاعل الأمامي والعكسي معاً ولبون تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة ، والخصائص المرتبطة مثل الضغط ولون وجم وحرارة تثبت .



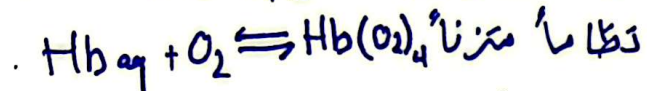
خلاصة : يتضح أن تراكيز م. المتفاعلة وسرعة التفاعل الأمامي يتناقصان مع مرور الزمن وفي الوقت نفسه تتزايد تراكيز المواد الناتجة وتتزايد سرعة التفاعل العكسي ، إلى أن يصل التفاعل إلى حالة الاتزان حيث تصبح سرعة التفاعل الأمامي مساوية لسرعة التفاعل العكسي ، وعندئذ تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة.



عند الاتزان فإن معدل التفاعل يتوحد على خليط من الغازين N_2O_4 و NO_2 بنسب ثابتة ويصبح اللون للخليط بني باهت (ما بين عديم اللون واللون بني ممر) .

مثال / على الاتزان (هيوجلوبين - أكسجين) في الجسم :-

عندما يدخل O_2 للجسم أثناء عملية التنفس يرتبط بهيموجلوبين الدم Hb لينتج هيموجلوبين مؤكسج $Hb(O_2)_4$ ويشكل الهيموجلوبين مع الأكسجين



وعند وصول الهيموجلوبين المؤكسج لأجزاء الجسم يكون تركيز O_2 منخفض

ليزاح الاتزان نحو جهة اليسار (ليحرر O_2 المرتبط بالهيموجلوبين) لتغذ

الخلايا الحيوية اللازمة لإنتاج الطاقة في الجسم للمحافظة على حيويته ونشاطه

⊙ تمتاز سرعة اللون دليل على أن التفاعل في وضع الاتزان .

مثال / على الاتزان الديناميكي (سرعة التفاعل = سرعة التناقص / سرعة الزيادة = سرعة الترسيب) .

العوامل المؤثرة في الاتزان:

- التفاعلات المنفكة تصل إلى حالة الاتزان حيث يتوي الوعاء على تراكيز ثابتة من المواد المتفاعلة و الناتجة ، و يمكن للتفاعل أن يكون م. الناتجة بنسبة أكبر من المواد المتفاعلة بذلك يكون الاتزان مزاحاً نحو جهة م. الناتجة .
- أو تكون م. المتفاعلة بنسبة أكبر من م. الناتجة بذلك يكون الاتزان مزاحاً نحو م. المتفاعلة وهذا يعني موضع الاتزان.
- يمكن التحكم بموضع الاتزان بإزاحته نحو اليمين لزيادة إنتاج م. الناتجة . أو إزاحته نحو اليسار وذلك لتقليل كمية م. الناتجة وزيادة كمية م. المتفاعلة .
- عن طريق التحكم بمجموعة العوامل التي تؤثر في موضع الاتزان .

- مبدأ لوتشاتيليه :

درس العالم الفرنسي هنري لوتشاتيليه التغيرات التي يمكن أن تؤثر في حالة الاتزان و توصل بأنه يمكن التحكم بموضع الاتزان عبر التحكم بظروف التفاعل من تركيز وضغط ودرجة حرارة .

مبدأ لوتشاتيليه ينص على : « إذا حدث تغيير في أحد العوامل المؤثرة في الاتزان لتفاعل كيميائي متزن فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتزان للتقليل من أثر ذلك التغيير »

- إعتماداً على مبدأ لوتشاتيليه يمكن زيادة كمية م. الناتجة من التفاعل من خلال التحكم في العوامل المؤثرة في الاتزان .

١ / التركيز:

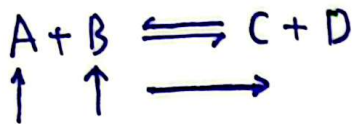
- تتأثر موضع الاتزان بتغيير كميات المواد أو تراكيزها في وعاء التفاعل عند درجة الحرارة تقسّم وهذا يؤدي إلى اضطراب في حالة الاتزان مما يدفع التفاعل لتعديل وضعه للوصول لحالة اتزان من جديد ، وبهذا يتم تغيير موضع الاتزان بإزاحته جهة اليمين (م. الناتجة) أو بإزاحته جهة اليسار (م. المتفاعلة) .
- للتقليل من أثر ذلك التغيير .

- بدراسة التفاعل المتزن الآتي:

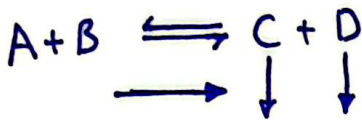
$$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$$

- عند إضافة كمية من غاز PCl_5 فإن تركيز PCl_5 سيزداد ليفتح الاتزان .
 يعمل التفاعل على تعديل موضع الاتزان بازاحة فواليمين لتقليل من أثر هذه الزيادة / ومن ثم سوف تزداد سرعة التفاعل الأمامي بذلك شطآن كمية من الغاز المضاف لتتكون كميات جديدة من PCl_3 و Cl_2 فيزداد تركيزها ومع مرور الوقت تبدأ سرعة التفاعل العكسي بالتزايد وسرعة التفاعل الأمامي بالتناقص حتى تتساوى السرعتان ليعود التفاعل لحالة إتران جديدة .

- تحدث نفس التغيرات إذا جرى إزالة كمية من Cl_2 و PCl_3 من وعاء التفاعل .



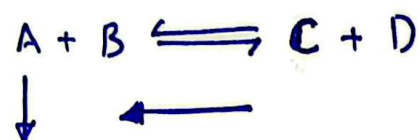
توضيح بالرموز



* عند الوصول لحالة إتران جديدة
 فإن التراكيز للواد تختلف عما كانت
 عليه قبل الإضافة / لكن النسبة بينهما
 تبقى ثابتة .

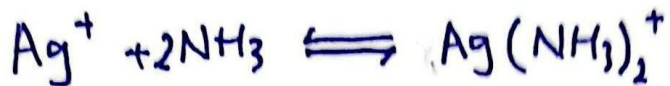
- أما عند إضافة كمية من غاز Cl_2 إلى وعاء التفاعل فإنه يزداد تركيزه
 وحسب لوتشاتلييه سوف تزداد سرعة التفاعل العكسي لتقليل من أثر
 هذه الزيادة . ويُزاح موضع الإتران جهة اليسار .

ونتيجة ذلك تتج كميات جديدة من غاز PCl_5 ويزداد تركيزه
 وبعمر الوقت تبدأ سرعة التفاعل العكسي بالتناقص وسرعة التفاعل الأمامي
 بالتزايد ، إلا أن تتساوى السرعتان فيعود التفاعل لحالة إتران
 جديدة . وبذلك تكون تراكيز كل من (PCl_3 و PCl_5 و Cl_2) مختلفة عما كانت
 عليه قبل الإضافة لكن النسبة بينهما تبقى ثابتة .



تدريب / ١١/ مله التفاعل الآتي : $N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$
 أشرح التغيرات التي تحدث لتركيز كل من N_2 و NO عند سحب كمية معينة من غاز O_2 من وعاء التفاعل .

تدريب / باضافة قطرات من محلول $AgNO_3$ لوعاء التفاعل على تركيز كل من
 (Ag^+) $(AgNO_3)$ $(Ag(NH_3)_2^+)$ (NH_3) مثل Ag^+



باضافة قطرات من $AgNO_3$ يزيد من تركيز Ag^+ . التفاعل يعمل على
 تعديل موضع الاتزان ليعتدل أثر التغير في تركيز Ag^+ بزيادة سرعة التفاعل الأمامي
 بذلك يزداد تركيز $Ag(NH_3)_2^+$ و يقل تركيز NH_3 .

بعد فترة من الزمن تتناقص سرعة تفاعل الأمامي تدريجياً و تتزايد سرعة التفاعل
 العكسي حتى تصبح السرعتان متساويتان مرة أخرى. (ليعود التفاعل لحالة الاتزان).

٢ / الضغط :

- الضغط خاصية تخص الغازات .
- يتأثر ضغط الغاز المحصور في وعاء مغلق ب : حجم الوعاء ، عدد مولات الغازات .
- يتناسب ضغط الغاز عكسياً مع حجم الوعاء (عند ثبات درجة الحرارة) .
- ويتناسب ضغط الغاز طردياً مع عدد مولات الغاز (بتبات درجة الحرارة) $\uparrow$ عدد المولات $\uparrow$ الضغط
- لا تتأثر المراد الصلبة والسائلة بتغيرات الضغط في وعاء التفاعل .
- أي تفاعل يشمل على غازات يجري في أوعية مغلقة لضمان عدم فقدان أي كمية من الغازات المستتعدة أو الناتجة ليصل لحالة الاتزان .
- يمكننا تغير ضغط الغاز في وعاء التفاعل بالقلم في حجم الوعاء .
- يمكننا زيادة تركيز أحد الغازات بالتحكم في موضع الاتزان عن طريق تغيير ضغط الغازات في وعاء التفاعل .

1. توضيح: يُحضر غاز الميثان CH_4 صناعياً، بفاعله غاز CO مع غاز H_2 كما في التفاعل المترن الآتي:



- بدلالة عدد مولات الغازات:

في طرف م. المتفاعلة (4) في طرف م. الناتجة (2)

- عند إززال المكبس / أض يقل حجم الوعاء ويزداد ضغط الغاز في وعاء التقليل.

- للتقليل من أثر زيادة الضغط يعمل التفاعل على إزاحة موضع الإتزان إلى الجهة

التي تحتوي عدد مولات أقل من المراتب الغازية / أي جهة م. الناتجة.

بذلك تزداد سرعة التفاعل الأمامي ويزداد تكوين غاز CH_4

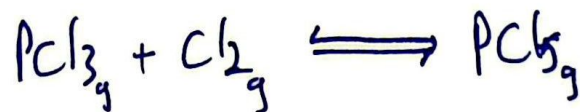
لعمل عدد المولات الكلي في وعاء التقليل لتقليل الضغط.

- ومع زيادة تركيز غاز CH_4 تزداد سرعة التفاعل العكسي. في حين تتناقص

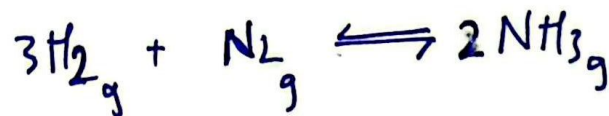
سرعة التفاعل الأمامي. إلى أن يتساوى سرعتي التفاعل الأمامي والعكسي.

ليعود التفاعل لحالة الإتزان من جديد.

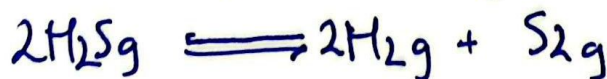
تدريب ١٢/ أحد الجوه التي يترشح موضع الإتزان كجها في التفاعل عند زيادة الضغط الكلي لخليط الغازات



٢ / أضح زيادة حجم الوعاء وأثره في موضع الإتزان



توضيح / أثر زيادة حجم الوعاء في موضع الإتزان في التفاعل المترن



- زيادة حجم وعاء التفاعل / يؤدي لتقص ضغط الغاز وحسب مبدأ لوتسايليه فإن

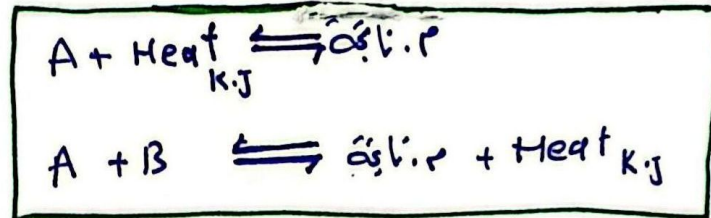
التفاعل يعمل على تعديل موضع الإتزان بالاترلاخ نحو الجهة التي تقلل من أثر هذا التقص

- وبمقارنة أعداد مولات الغازات للوارد المتفاعلة والناتجة.
- نجد أن عدد مولات المواد الناتجة هي الأكبر من الغازات. بالتالي يزداد موضع الاتزان باتجاه تكوين النواتج بزيادة سرعة التفاعل الأمامي، فيزداد عدد مولات الغاز الكلي.
- في وعاء التفاعل فزداد الضغط.

٣- درجة الحرارة:

- التفاعلات من حيث الطاقة نوعين طارد / ماص للطاقة.
- لذا يختلف تأثير درجة الحرارة في الاتزان الكيميائي حسب نوع التفاعل.
- (حيث الماص للحرارة ΔH موجبة / الطارد للحرارة ΔH سالبة)

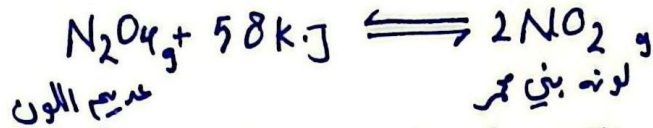
في وجود الطاقة مع
م.م. : تفاعل ماص
وجود الطاقة مع م.م. الناتجة
: تفاعل طارد



- توضيح:

مثال / ١

لدراسة أثر تغير درجة الحرارة لتفاعل متزن ماص للحرارة.



- عند درجة حرارة الغرفة يكون لون خليط الغازات في وعاء التفاعل (بنياً باهتاً).
- وعند تخزين خليط الغازات بتردد درجة حرارة منخفضة وهذا يرفع التفاعل لتعديل موضع الاتزان لينتج نحو الجهة التي تسهل الحرارة الزائدة. أي جهة NO_2 لزيادة تركيزه ويقل تركيز N_2O_4 ، للملاحظة زيادة في شدة اللون البني المحمر.
- لتنقش شدة اللون بعد مدة من الزمن وبذلك يصل التفاعل لحالة اتزان جديدة ولا يعود اللون الباهت مرة أخرى.
- بذلك تحتل حالة الاتزان الجديدة وموضعها عما كان عليه قبل التخزين.

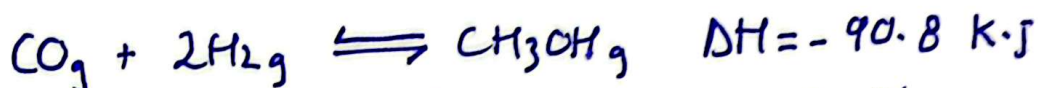
ب/ بدراسة نفس التفاعل

- عند خفض درجة حرارة الخليط فإن التفاعل ينتج نحو الجهة التي تزيد من إنتاج الحرارة.
- التفاعل يرفع نحو التفاعل العكسي نحو جهة تكوين N_2O_4 فيزداد تركيزه ويقل تركيز NO_2 ليصبح اللون للحلول مائلاً إلى اللون الأصفر، التفاعل وصل لحالة اتزان جديدة.

- أي أن الاتزان وموضعه أيضًا نحو ص. المتفاعلة.

- تغيير درجة الحرارة لمعامل متزن يؤدي حالة اتزان جديدة ، لا يعود فيه المتفاعل لحالة الاتزان التي كان عليها.

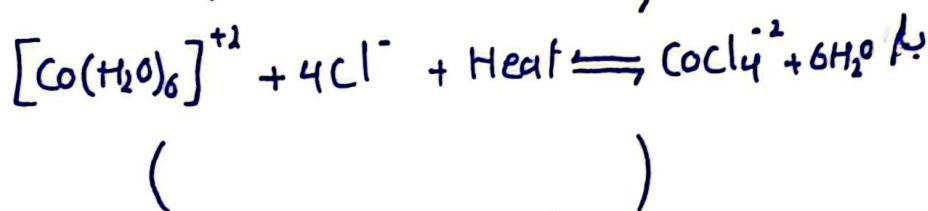
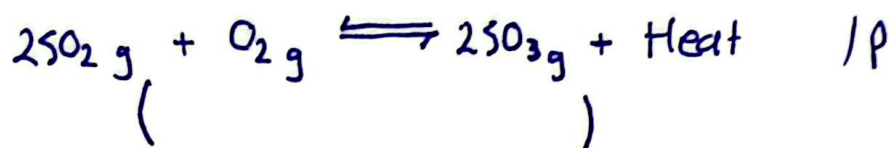
مثال ٢ / يحضر الميثانول صناعياً بالتفاعل المتزن الآتي : / وهو طارد للحرارة



ما أثر زيادة درجة حرارة التفاعل على كمية الميثانول الناتج ؟

∴ التفاعل طارد للطاقة فعند زيادة درجة حرارة التفاعل المتزن يُزاح التفاعل إلى الجهة التي تمتص هذه الحرارة أي تتجه نحو جهة التفاعل العكسي .
بذلك تنزى سرعة التفاعل العكسي لتقل كمية الميثانول الناتج .

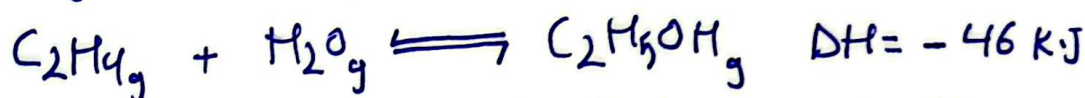
تدريب :- أحد الجبه التي يزاح نحوها الاتزان عند زيادة درجة الحرارة



خلاصة

نوع التفاعل	التغير في درجة الحرارة	يُزاح الاتزان	ΔH
ماص للحرارة	زيادة الحرارة نقصان الحرارة	$\longrightarrow$	موجبة $0 < \Delta H$
طارد للحرارة	زيادة الحرارة نقصان الحرارة	$\longleftarrow$	سالبة $\Delta H < 0$

تدريب : أثار التغيران الآتية في موضع الاتزان للتفاعل الآتي :



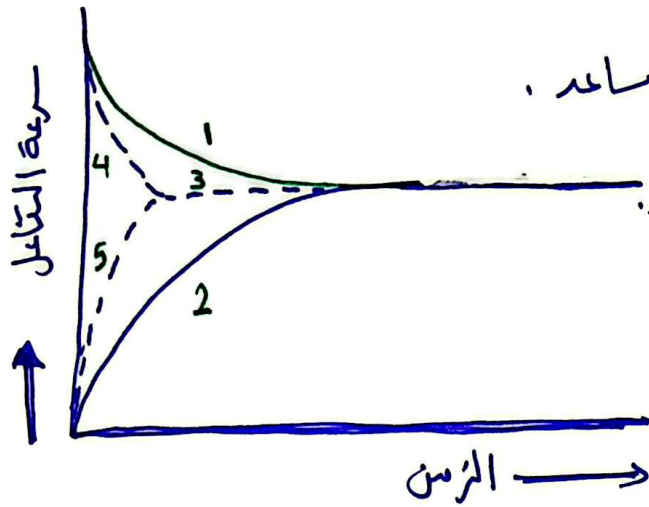
أ / زيادة حجم وعاء التفاعل .

ب / زيادة درجة الحرارة .

ج / إضافة كمية من بخار الماء .

٤ - العامل المساعد / الحفاز :-

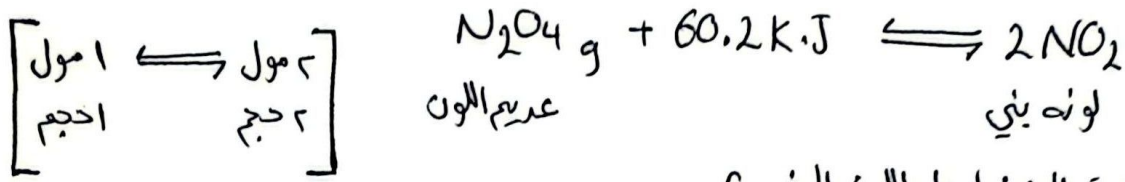
- تصل التفاعلات الممكنة لحالة التوازن الكيميائي وبذلك تكون سرعة التفاعل الأمامي تساوي سرعة التفاعل العكسي وتثبت تراكيز كل من المواد المتفاعلة والناتجة، لكن مع الاتزان يهتم التفاعل بالحدوث في الاتجاهين الأمامي والعكسي.
- ما العامل المساعد وهل له أثر في وضع الاتزان ؟
- العامل المساعد مادة تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي ، دون أن تتغير كتلته تيمم ثابتة قبل وبعد إنشاد التفاعل .
- وجود العامل المساعد في تفاعل ما يؤثر طريق / مسار ، بديل للتفاعل مما يعمل التفاعل بوجوده حدوثه أسرع وفي زمن أقل .
- العامل المساعد لا يؤثر في وضع الاتزان ، لكن يزيد من سرعة الوصول لحالة الاتزان في زمن أقل.



- ١ - سرعة تفاعل الأمامي بدون عامل مساعد .
- ٢ - سرعة تفاعل عكسي بدون ع. مساعد.
- ٣ - حالة الاتزان الكيميائي .
- ٤ - سرعة التفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد .
- ٥ - سرعة التفاعل العكسي بوجود عامل مساعد .

عند دراسة أثر الضغط على التفاعلات الغازية المترتبة تُقرن الحجوم بعدد المولات

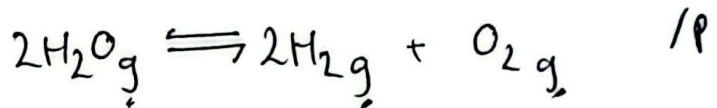
لما بدراسة التفاعل الآتي :



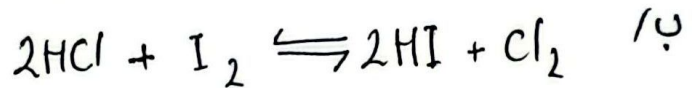
ا/ ما أثر زيادة الضغط على اللون البني ؟

بزيادة الضغط يتجه التفاعل للأقل حجم (الطرف الأقل عدد مولات)
 في التفاعل العكسي بذلك تقل شدة اللون البني .

ب/ أثر زيادة الضغط في تركيز النواتج في كل من :



ج/ يتجه نحو الأقل حجم : التفاعل العكسي بذلك تقل تراكيز النواتج .



د/ لا يتأثر الاتزان (لان الحجوم متساوية أي عدد الجزيئات في الطرفين متساوي)

هـ/ بدراسة التفاعل المترن الآتي :



ا/ زيادة تركيز I_2 ← سير التفاعل نحو الاتجاه العكسي : يزداد [HI] .

ب/ تقليل تركيز H_2 ← سير التفاعل نحو الاتجاه الامامي : يقل [HI] .

ج/ خفض درجة الحرارة ← سير التفاعل نحو الاتجاه العكسي : يزداد [HI] .

د/ زيادة الضغط ← لا تأثر على حالة الاتزان .

* زيادة أو نقصان الضغط لا يؤثر ولا يغير من قيمة ثابت الاتزان K_c .

وكذلك التركيز / لكن فقط درجة الحرارة زيادة أو نقصان

تغير من قيمة ثابت الاتزان K_c .

* زيادة حجم الوعاء تعني أن الضغط في نقصان (والعكس صحيح) .

* ماذا يحدث بالتساوي ؟ تحول المادة الصلبة إلى غازية دون المرور بالحالة السائلة .

ماذا يحدث بالتصعيد ؟ تحول المادة من حالة غازية إلى صلبة دون المرور بالحالة السائلة .

أ. اختيار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

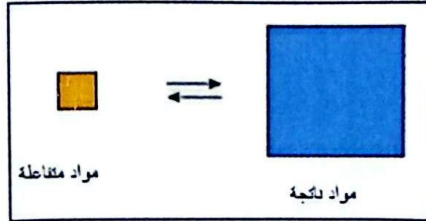
١. إحدى العبارات الآتية صحيحة دائماً في التفاعلات المتزنة:

أ. يُزاح الاتزان دائماً نحو تكوين المواد الناتجة.

ب. تكون سرعة التفاعل الأمامي أكبر من سرعة التفاعل العكسي.

ج. تثبت كمية كل من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة.

د. يتوقف كل من التفاعل الأمامي والعكسي.



٢. إحدى العبارات الآتية تصف الاتزان المبين في الشكل:

أ. كمية المواد الناتجة أقل من كمية المواد المتفاعلة.

ب. كمية المواد الناتجة أكبر من كمية المواد المتفاعلة.

ج. سرعة التفاعل الأمامي أصغر من سرعة التفاعل العكسي.

د. الاتزان مزاح نحو اليسار.

٣. في التفاعل المتزن الآتي: $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ $\Delta H = 57 \text{ kJ/mol}$ بني عديم اللون

أي التغيرات الآتية يؤدي إلى ظهور لون بني غامق في وعاء التفاعل:

أ. زيادة درجة الحرارة.

ب. إضافة عامل مساعد

ج. زيادة الضغط.

د. تخفيض درجة الحرارة.

٤. في التفاعل المتزن الآتي: $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + \text{heat}$ ، واحدة من التغيرات الآتية لا تؤثر على موضع الاتزان:

أ. سحب B من وعاء التفاعل.

ب. تخفيض حجم وعاء التفاعل.

ج. التسخين.

د. إضافة عامل مساعد.

٥. في التفاعل الآتي: $2CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g) + O_2(g)$ $\Delta H = 566 \text{ kJ}$

التغيير في كل من الضغط ودرجة الحرارة الذي ينتج عنهما أكبر كمية من غاز أول أكسيد الكربون CO هو:

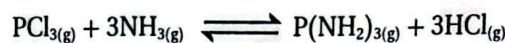
أ. زيادة كل من الضغط ودرجة الحرارة.

ب. نقصان كل من الضغط ودرجة الحرارة.

ج. زيادة الضغط ونقصان درجة الحرارة.

د. نقصان الضغط وزيادة درجة الحرارة.

٣. أوضح التغيرات التي تحدث لتركيز الأمونيا NH_3 في التفاعل المتزن في الحالات الآتية:



أ. زيادة تركيز PCl_3 .

ب. إزالة HCl من وعاء التفاعل.

ج. إضافة كمية من $P(NH_2)_3$ إلى وعاء التفاعل.

من أمثلة الأمثلة على الاتزان (تساوي سرعة التفاعل مع سرعة التصفيد)



الدرس الثاني :

تعبيرات ثابتة الاتزان والحالات المتعلقة به :-

مقدمه : عند وصول القائل لحالة الاتزان يقرأ القائل في الحسوت
بالتجاسين الأمامي والعكسي بالسرعة نفسها و تبقى تراكيز
المواد المتفاعلة والناجئة ثابتة ، ويمكن التاثير على موضع الاتزان
بواسطة أواليمين بتغيير ظروف القائل من تركيز أو ضغط أو درجة حرارة.
لنعود القائل لحالة إتران جديدة.

تعبير ثابت الاتزان :-

- لوصف حالة الاتزان توصف للعالمات جولديبيرج وبينر لقانون فعل الكتلة .
الذي يقدم في تطبيقات صناعية لوصف حالة الاتزان في أنظمة كيميائية متزنة
(مما كانت الحالة الفيزيائية للمواد) .

قانون حفظ الكتلة "ينص على أنه عند درجة حرارة معينة يصل القائل
لحالة تكون عندها نسبة تراكيز م. الناجئة إلى تراكيز م. المتفاعلة
مرفوعة كل منها إلى قوة تساوي معاملاتها في المعادلة الموزونة .
وهي قيمة ثابتة تسمى ثابت الاتزان . (K_c) مما اختلفت تراكيز
المواد المستخدمة في القائل .

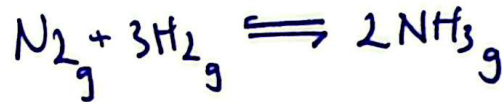
لا سندرس لاحقاً بأن K_c تعتمد عملياً على تراكيز المواد في وعاء
القائل عند الاتزان . (ولا تعتمد / ولا تتأثر بالتراكيز الابتدائية للمواد)
توضيح هههههه القائل الإقترامي .



ثابت الاتزان K_{eq} = حاصل ضرب تراكيز م. الناجئة مقسوماً على
حاصل ضرب تراكيز م. المتفاعلة مرفوعاً كل من ل قوة تساوي معاملها .
في المعادلة الموزونة (a, b, c, d) .

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

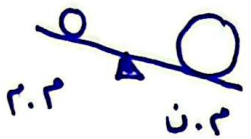
✳ عندما يعبر عن كيان م. المتفاعلة والناتجة في التفاعل بدلالة التركيز المولاري يرمز له ثابت الاتزان K_c بدلاً من K_{eq}



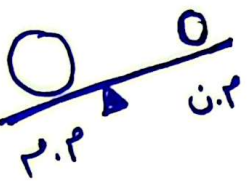
$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3}$$

✳ يتقار من قيمة ثابت الاتزان K_c في تديد الجدة التي يزاح إليها الاتزان. وكذلك حساب كميان م. الناتجة وم. المتفاعلة عند الاتزان.

أ / إذا كانت $K_c < 1$ يكون موضع الاتزان مزاحاً نحو م. الناتجة

وتكون تراكيز م. الناتجة أكبر من تراكيز م. المتفاعلة (بذلك يكون مردود التفاعل أكبر).


ب / وإذا كانت $K_c > 1$ (أقل من واحد) يكون موضع الاتزان مزاحاً

نحو م. المتفاعلة ويكون تراكيز م. المتفاعلة أكبر من تراكيز م. الناتجة.
 (بذلك يكون مردود التفاعل قليلاً)


✳ بمتابعة التفاعل السابق جميع المواد في الحالة الغازية.

لذا سنعبّر عن ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية للغازات في وعاء

التفاعل بدلاً من تراكيزها المولارية. لذا سكتب بالرمز K_p

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

- تعقد قيمة ثابت الاتزان K_c على درجة الحرارة .
 - هناك قيم مختلفة لثابت الاتزان للتفاعل نفسه عند درجات حرارة مختلفة .

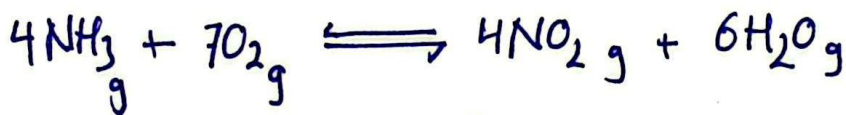
توضيح : p عند زيادة درجة الحرارة لتفاعل ماص للطاقة تزداد سرعة تفاعل
 أما في لتزداد تراكيز م. الناتجة وتقل تراكيز م. المتفاعلة .
 لتزداد قيمة K_c .

ب/ وعند زيادة درجة الحرارة لتفاعل طارد للطاقة تزداد سرعة
 التفاعل العكسي لتزداد تراكيز م. المتفاعلة وتقل تراكيز م. الناتجة
 بذلك تقل قيمة K_c .

تصنيف الإتران ٣ (تبعا للحالة الفيزيائية للمواد)

١/ إتران متجانس : تكون في المواد المتفاعلة والناتجة في التفاعل المتزن
 جميعها بنفس الحالة الفيزيائية .

في مثل هذه الحالة يعبر عن ثابت الإتران بدلالة تراكيز المواد كلها في التفاعل



$$K_c = \frac{[NO_2]^4 \cdot [H_2O]^6}{[NH_3]^4 \cdot [O_2]^7}$$

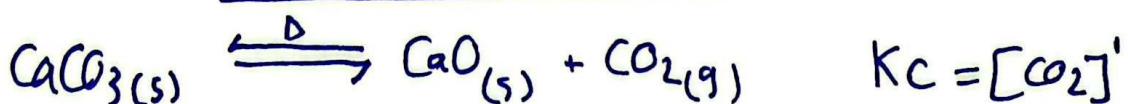
٢/ إتران غير متجانس :

في هذه الحالة تحتل الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة والناتجة (ص ، س ، ل ، غ)

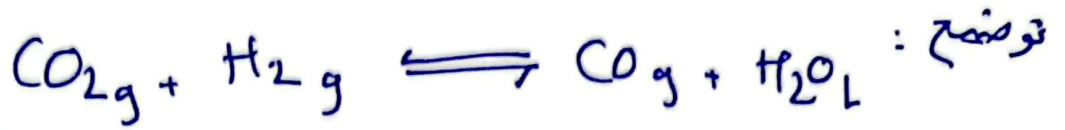
في بعض التفاعلات الكيميائية المترتبة ليوصف بإتران غير متجانس .

وجه أن تراكيز م. الصلبة في التفاعل تبقى ثابتة (لأن كمية المادة في الحجم متزا بتغير ثابتة)

فلا تؤثر في ثابت الإتران (لا تكتب في تعبير ثابت الإتران)



وكذلك المنة الثالثة فان تركيزها يمثل كثافتها وهي قيمة ثابتة
مما تغيرت كثيرا ، فان تركيزها سيقرب ثابت ولا يؤثر في ثابت الاتزان
(وهذا ينطبق على المواد بوجه عام) فلا يكتب في تعبير ثابت الاتزان.



الماد تركيزه ثابت لا يؤثر في ثابت الاتزان ولا يكتب في تعبير K_c .

المواد الصلبة
والوائيل النقية
لا تدرج في القانون

$$K_c = \frac{[\text{CO}]'}{[\text{CO}_2]'[\text{H}_2]'}$$

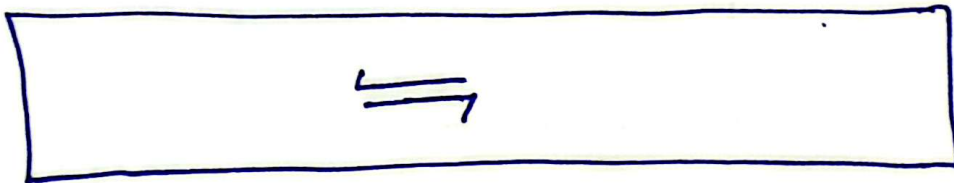
الغازات و
الحال
تدخل في التعبير

في المعادلة لا يكتب يكون الماء مذيب $\text{HClO}_{\text{aq}} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{ClO}^-$
(الماء لم يكتب)

$$K_c = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{ClO}^-]}{[\text{HClO}]}$$

تدريب : اكتب معادلة التفاعل اذا كان تعبير K_c خليط من الغازات
في مواد التفاعل هو ←

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

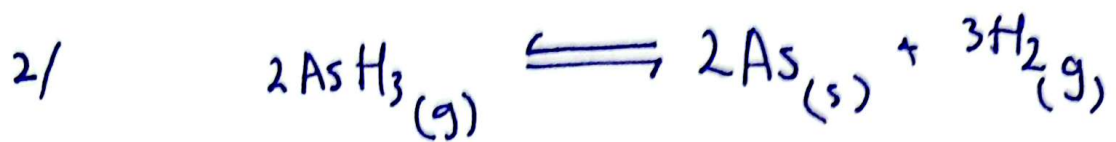


تدريب : اكتب تعبير ثابت الاتزان بدلالة الضغط الجزئي للغازات :

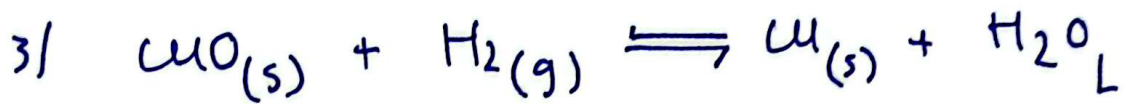


$$K_p = \frac{(P_{\text{CH}_4})' \cdot (P_{\text{H}_2\text{O}})'}{(P_{\text{CO}})' \cdot (P_{\text{H}_2})^3}$$

17

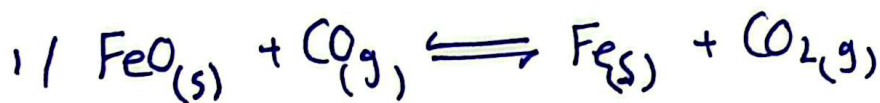


$$K_p = \frac{[\text{H}_2]^3}{[\text{AsH}_3]^2}$$



$$K_p = \underline{\hspace{2cm}}$$

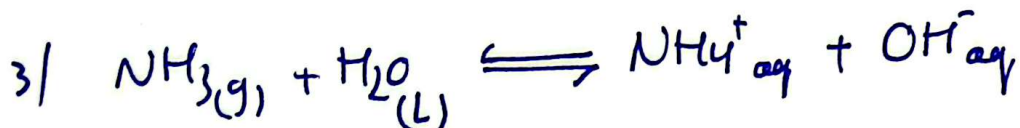
نُدریب / اکتب تعبير ثابت الإتزان بدلالة التراكيز المولارية للمواد.



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



$$K_c = \underline{\hspace{2cm}}$$



$$K_c = \underline{\hspace{2cm}}$$

الحسابات المتعلقة بثابت الاتزان :-

K_c قيمة ثابتة بثبات درجة الحرارة .

K_c لا تتأثر بالتراكيز الابتدائية للمواد في التفاعل .

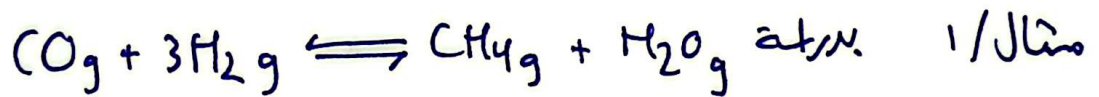
K_c يعتمد في حساباته على تراكيز المواد في وعاء التفاعل (عند الاتزان)

* من الجدول نلاحظ بأن K_c قيمة ثابتة بتغير تراكيز المواد / عند الاتزان
 $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ $\Delta H = -92$ (عند درجة حرارة معينة)

التجربة	التركيز الابتدائي M	التركيز عند الاتزان M	ثابت الاتزان K_c
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	$[N_2]_0 = 0$ $[H_2]_0 = 0$ $[NH_3]_0 = 1$	$[N_2] = 0.399$ $[H_2] = 1.197$ $[NH_3] = 0.203$	$K_c = 6.02 \times 10^2$

من خلال تعبير ثابت الاتزان يتم حساب K_c للتفاعلات التي تحدث في وسط مغلق لا يسمح بخروج سم. المتفاعلة أو سم. الناتجة .

حساب تراكيز المواد عند وصول التفاعل لحالة الاتزان .



احسب ثابت الاتزان عند حدوث التفاعل في وعاء مغلق حجمه 2L

عدد مولات المواد عند الاتزان	CO	H_2	CH_4	H_2O
	0.6	0.2	0.12	0.04

$$K_c = \frac{[CH_4]' \cdot [H_2O]'}{[CO]' [H_2]'^3}$$

حسب تراكيز المواد عند الاتزان

$$\begin{array}{ccc|ccc} \text{ن. ٢} & & & \text{(٢.٣)} & & \\ M_{H_2O} = \frac{0.04}{2} & M_{CH_4} = \frac{0.12}{2} & & M_{H_2} = \frac{0.2}{2} & M_{CO} = \frac{0.6}{2} & \\ 0.02M & 0.06M & & 0.1M & 0.3M & \end{array}$$

$$K_c = \frac{0.02 \times 0.06}{0.3 \times (0.1)^3} = 4$$

مثال ٢: في المعادلة الآتية: $2NO_g + Cl_{2g} \rightleftharpoons 2NOCl_g$

احس ثابت الاتزان: إذا كانت الضغوط الجزئية للغازات في وعاء التفاعل

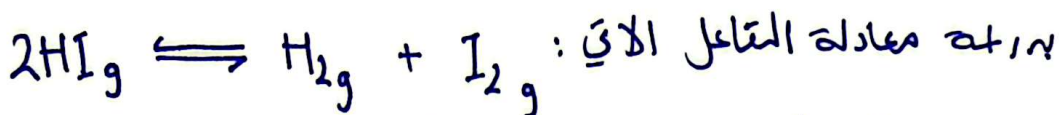
عند الاتزان (نحس K_p) $P_{NO} = (0.05 \text{ atm})$ $P_{NOCl} = (1.2 \text{ atm})$

$$P_{Cl_2} = (0.3 \text{ atm}) \quad K_p = \frac{[P_{NOCl}]^2}{[P_{NO}]^2 \cdot [P_{Cl_2}]}$$

$$K_p = \frac{(1.2)^2}{(0.05)^2 \cdot (0.3)} = \frac{1.44}{7.5 \times 10^{-4}} = 1920$$

النتيجة نلاحظ $K_p < 1$ وهذا يشير أن موضع الاتزان مزاحاً نحو تكوين م. الناتجة.

مثال ٣: احس ثابت الاتزان بمرحلة التراكيز الابتدائية لكل من م. المتفاعلة والناتجة وتركيز أحد المواد عند الاتزان. (سيتم حساب تراكيز باقي المواد اعتماداً على المعادلة الموزونة)



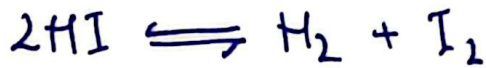
في الوعاء شدة اللون البنفسجي تشير لبخار اليود I_2 . (أي تركيز اليود الكبير).

إذا وضع 4mol من HI في وعاء مغلق حجمه 5L عند درجة حرارة $485^\circ C$

وجد عند الاتزان أن الوعاء يحتوي على 0.442mol من بخار I_2 احس K_c للتفاعل

عند درجة الحرارة نفسها تركيز HI عند البداية $M = \frac{4}{5} = 0.8M$

تركيز I_2 عند الاتزان $M = \frac{0.442}{5} = 0.0884M$



- التراكيز عند بداية التفاعل $\leftarrow$ 0.8 0 0

- التغيرات التي تطرأ على التراكيز $\leftarrow$ -2x +x +x

تزداد + (م.ن) / تقل - (م.م)

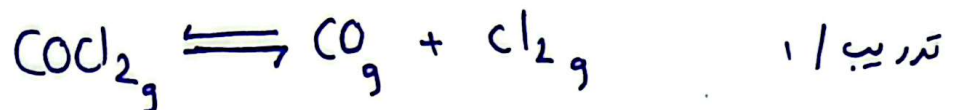
الزيادة والتغير بمقدار عدد المولات .
- التراكيز عند الاتزان $\leftarrow$ 0.0884 x (0.8-2x)

نتنتج بأن $\frac{x}{0.0884} = [\text{I}_2] = [\text{H}_2]$ (0.0884=x)

$$0.8 - 2x = 0.8 - 0.1768 = 0.623 \quad [\text{HI}]$$

$$K_c = \frac{0.0884 \times 0.0884}{(0.623)^2} = \frac{7.8 \times 10^{-3}}{0.388} = 0.02$$

نلاحظ بأن $K_c > 1$ وهذا يشير أن موضع الاتزان مزاحاً جهة م. المتفاعلة .



احسب K_c في وعاء مغلق حجمه 0.4

إذا كان عدد مولات الغازات عند الاتزان

$$n(\text{CO}) = 0.071 \quad / \quad n(\text{Cl}_2) = 0.071 \quad / \quad n(\text{COCl}_2) = 3 \text{ mol}$$

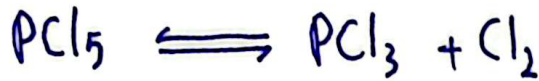
٢٤

* في التفاعل الآتي: $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$ سحنت كمية من PCl_5 في وعاء

حجمه 12 L ووجد أنه يتوي عند الاتزان على $PCl_5 = 0.21 \text{ mol}$

و $PCl_3 = 0.32 \text{ mol}$ و $Cl_2 = 0.32 \text{ mol}$

احس النسبة % لتشكل PCl_5 عند الاتزان.



ص	صفر	صفر
ص -	ص +	ص +

ص - ص	ص	ص	التركيز عند الاتزان
0.0175	0.0266	0.0266	

التركيز عند الاتزان

$$PCl_5 = \frac{0.21}{12} = 0.0175$$

$$PCl_3 = \frac{0.32}{12} = 0.0266$$

$$Cl_2 = \frac{0.32}{12} = 0.0266$$

$$0.0175 = \text{ص} - \text{ص} \quad \therefore [PCl_5] \text{ الابتدائي} = \text{ص}$$

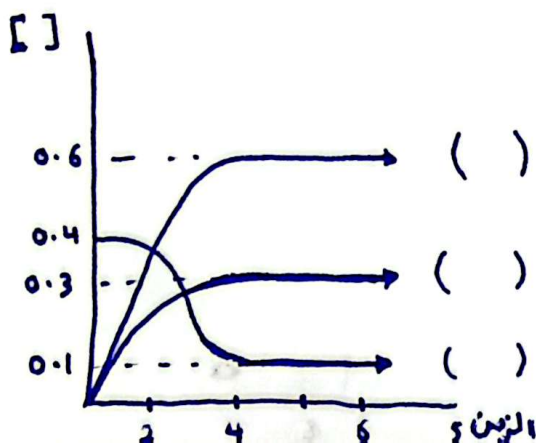
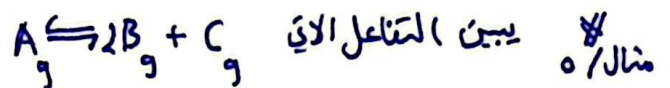
$$0.0175 = 0.0266 - \text{ص}$$

$$\boxed{\text{ص} = 0.0441}$$

$$\therefore \text{النسبة المئوية لتشكل } PCl_5 = \frac{[PCl_5] \text{ المتشكل ص} \times 100}{[PCl_5] \text{ الابتدائي ص}}$$

$$\frac{0.0266}{0.0441} = 60.32 \%$$

و يرسم الشكل الذي يدرس تغير التراكيز مع مرور الزمن للتفاعل الإختراضي



م / حدد على الشكل المعطى الخاص بكل مادة

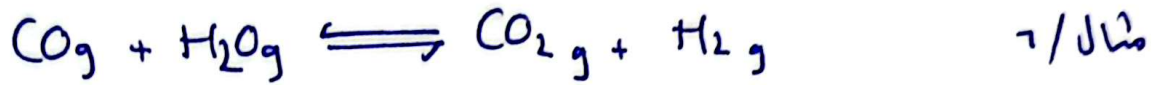
ن / الزمن الذي وصل به لحالة الاتزان ؟ ()

ج / جد قيمة ثابت الاتزان.

$$K_c = \frac{[B]^2 \cdot [C]'}{[A]'} = \frac{(0.6)^2 \cdot (0.3)}{(0.1)}$$

$$K_c = 1.08$$

* لحساب تراكيز المواد عند الاتزان :
تتخذ التغيرات في تراكيز م. المتفاعلة ص م. الناتجة لحين وصول النظام للاتزان
على النسب المولية للمواد في المعادلة الموزونة .



إذا وضع 1 mol من كل هذه الغازات في وعاء حجمه 1L
وكان ثابت الاتزان 5.1 عند درجة حرارة 700K
- احس تركيز هذه الغازات عند الاتزان .

التركيز الابتدائي لا متساوي لأن عدد المولات ثابت والحجم نفسه

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

∴ عدد المولات في المعادلة الموزونة متساوية ∴ تنقص م. م.
بمقدار X في حين تزداد م. الناتجة بمقدار X بقسما المقترار
(اعتقاد أو بناء على النسبة المولية).



التركيز الابتدائي

التغيرات التي

نظراً على التراكيز

التركيز عند الاتزان

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

$$2.26 = \frac{(1+x)}{(1-x)}$$

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

$$2.26 - 2.26x = 1+x$$

$$2.26 - 1 = 3.26x$$

$$\boxed{X = 0.387}$$

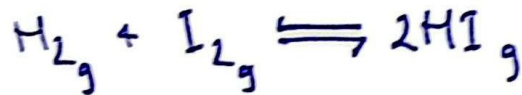
$$\frac{1.26}{3.26} = \frac{3.26x}{3.26}$$

23/ $X = 0.387$

التركيز عند الاتزان $[CO] = [H_2O] = 1 - X$
 $1 - 0.387 = 0.613 \mu$

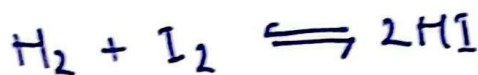
$[CO_2] = [H_2] = 1 + X = 1 + 0.387 = 1.387 \mu$

مثال ٧



خلط ٠.٥ مول من H_2 مع ٠.٥ مول من I_2 في وعاء حجمه ١ ل و سخن الخليط لدرجة حرارة $458^\circ C$ حتى وصل للاتزان فكانت قيمة $K_c = 50$
 احس التركيزات الغازية عند الاتزان

التركيزات الابتدائية $M_{H_2} = 0.5 M$ / $M_{I_2} = 0.5 M$ / $M_{HI} = 0$



التركيزات الابتدائية.

0.5	0.5	0
-----	-----	---

-X	-X	+2X
----	----	-----

التركيز عند الاتزان

0.5-X	0.5-X	2X
-------	-------	----

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]}$$

$$\sqrt{50} = \sqrt{\frac{(2X)^2}{(0.5-X) \cdot (0.5-X)}}$$

التركيز عند الاتزان

$$\sqrt{50} = \frac{2X}{0.5-X}$$

$$0.11 = [H_2] = [I_2] = 0.5 - 0.39$$

$$0.78 = [HI] = 2X = 2 \times 0.39$$

$$7.07 = \frac{2X}{0.5-X}$$

$$7.07 \times (0.5 - X) = 2X$$

$$3.535 - 7.07X = 2X$$

$$3.535 = 9.07X$$

$$X = 0.39$$

24

مثال 8/

* إذا علمت أن $q = K_c$ للتفاعل المتزن $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ عند درجة حرارة معينة فإذا تم خلط مولات متساوية من H_2 و I_2 في وعاء مغلق حتى لتمر

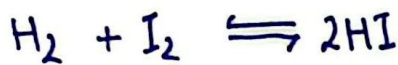
وعند الاتزان وجد أن عدد مولات $HI = 0.2_{mol}$

أ/ احب عدد مولات H_2 الابتدائية.

ب/ احب تركيز H_2 و I_2 عند الاتزان.

$$x = \frac{x}{1} = [I_2]_0 \quad x = \frac{x}{1} = [H_2]_0$$

$$0.2 = \frac{0.2}{1} = [HI] \text{ عند الاتزان}$$



$$\begin{array}{ccc} \text{الابتدائي} & x & x & 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} \text{التغير في} & -y & -y & +2y \\ \text{التركيز} & & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} \text{عند الاتزان} & (x-y) & (x-y) & 2y \\ & (x-0.1) & (x-0.1) & 0.2 \end{array} \rightarrow 2y = 0.2 \quad \therefore \boxed{y = 0.1}$$

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} \Rightarrow \sqrt{q} = \sqrt{\frac{(0.2)^2}{(x-0.1)^2}}$$

$$3(x-0.1) = 0.2$$

$$3 = \frac{0.2}{x-0.1}$$

$$3x - 0.3 = 0.2$$

$$3x = 0.5 \quad \boxed{x = 0.166}$$

$$n = V \cdot M \quad \text{أ/ عدد مولات } H_2 \text{ الابتدائية}$$

$$n = 1 \times 0.166 = 0.166$$

$$x-y \quad \text{ب/ تركيز } H_2 \text{ و } I_2 \text{ عند الاتزان متساوي}$$

$$x-0.1 = 0.166 - 0.1 = 0.066 \approx \underline{\underline{0.07}}$$



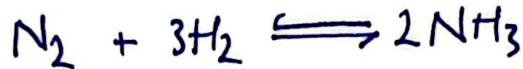
احس ثابت الاتزان اذا كانت تراكيز $NO_2 = 0.2_M$ وتراكيز N_2O_4 تساوي 0.16_M (عند الاتزان).

$$K_c = 4$$

٢- ادخلت كمية من غاز N_2 وغاز H_2 للتفاعل في وعاء سعته 10_L

وعند الاتزان وجد ان عدد مولات الغازات

NH_3	H_2	N_2
0.001	0.1	0.01



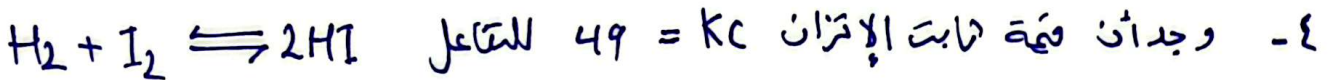
$$K_c = 10$$

احس ثابت الاتزان لهذا التفاعل



احس ثابت الاتزان اذا ادخل واحد مول من غاز $COCl_2$ في وعاء سعته 10_L وعند الاتزان وجد ان الوعاء يحوي 0.2_{mol} من غاز Cl_2 .

$$K_c = 5 \times 10^{-3}$$



وعند درجة معينة $= 425^\circ C$ ، في بداية التفاعل ادخل واحد مول من H_2

واحد مول من I_2 في وعاء سعته 0.5_L احس تراكيز المواد عند الاتزان

$$H_2 = 0.5 \quad I_2 = 0.5 \quad HI = 3 \quad X \approx 1.5$$

٥- ادخل 0.625 مول من N_2O_4 في اناء سعته 0.5_L وفرك ليتفكك

عند درجة حرارة معينة لغاز NO_2 وعند الاتزان وجد ان الاناء يحوي



$$X = 0.5$$

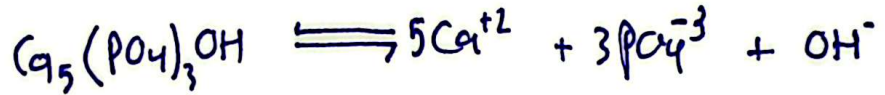
$$K_c = 1.33 \quad \text{عند الاتزان} \quad \begin{aligned} 1 &= [NO_2] \\ 0.15 &= [N_2O_4] \end{aligned}$$

حماية الأسنان من التآكل

- يغطي السن طبقة خارجية صلبة تسمى المينا وتتكون من نسبة عالية من المعادن ومعدن هيدروكسي أباتيت يُشكل النسبة الكبرى من هذه المعادن $(C_{12}(PO_4)_3OH)$ وهي مادة مثلية الذوبان.

- هذه المادة عرضة للذوبان وإعادة التكون اعتماداً على حمضية أو قاعدية السائل في الفم وتراكيز المواد المختلفة.

- تتآكل الأسنان وتُصاب بالتسوس نتيجة ذوبان معدن هيدروكسي أباتيت المكون للمينا.



- في حال تناول الكرياك تتحرر بقاياها في الفم لتنتج حمض اللاكتيك $C_2H_5OHCOOH$ الذي يتأين في الفم منتجاً H^+ التي تتفاعل مع OH^- و PO_4^{3-} ليتملكا فعلاً تركيزهما وهذا يدفع ويزيح الإتران نحو اليمين نحو. النتيجة، ليزيد من تفكك معدن هيدروكسي أباتيت ليزداد معدل إزالة المعدن وتآكل طبقة المينا.

- للتقليل من معدل تآكل الأسنان وحمايتها نستخدم مركبات الفلور مثل NaF

فلوريد الصوديوم و فلوريد الفارمين المستخدمة في صناعة معجون الأسنان

التي شتج أيون فلوريد F^- الذي يحل محل أيون الهيدروكسيد OH^- في معدن

هيدروكسي أباتيت لينتج معدن فلورو أباتيت $C_{12}(PO_4)_3F$

يدخل في تكوين مينا الأسنان / عملية بناء المعدن.

١- احسب المراكيز عند الاتزان لكل الغازات عند تحين مول واحد من CO مع

مول من $H_2O(g)$ في وعاء حجمه لتر $K_c = 0.64$



$$[CO] = [H_2O] = 0.56 \quad [CO_2] = [H_2] = 0.44$$

2. قيمة ثابت الاتزان للتفاعل $2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ تساوي $K_c = 5 \times 10^{12}$ عند درجة حرارة

معينة فإن إحدى العبارات الآتية صحيحة:

أ. يزداد موضع الاتزان جهة المواد الناتجة. ب. يتحلل NO_2 بدرجة كبيرة.

ج. يزداد موضع الاتزان جهة المواد المتفاعلة. د. يكون تركيز المواد المتفاعلة كبيراً عند الاتزان.

3. عند إذابة بروميد الفضة AgBr في الماء؛ فإن كمية قليلة منه تذوب في الماء عند درجة حرارة معينة، ويحدث

الاتزان الآتي: $AgBr(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Br^-(aq)$ ، ويُعبّر عن ثابت الاتزان بالمعادلة: $K_c = [Ag^+][Br^-]$ ،

فإذا أذيب في خليط التفاعل المتزن كمية قليلة من بروميد الصوديوم NaBr؛ فإن:

أ. $[Ag^+]$ يزداد، و K_c يبقى ثابت. ب. $[Ag^+]$ يقل، و K_c يبقى ثابت.

ج. $[Ag^+]$ لا يتغير و K_c يقل. د. $[Ag^+]$ يقل، و K_c يزداد.

4. في التفاعل الآتي: $C \rightleftharpoons 2A$ إذا كانت $K_c = 2$.

أي الحالات الآتية صحيحة عند وصول التفاعل لحالة الاتزان عند درجة حرارة معينة:

$$2[C] = [A]^2 \quad \text{أ.} \quad [C]^2 = 2[A] \quad \text{ب.}$$

$$[A] = [C] \quad \text{ج.} \quad 2[A]^2 = [C] \quad \text{د.}$$

5. خلط 0.1 mol من غاز أول أكسيد النيتروجين NO مع 0.1 mol من غاز البروم Br_2 في وعاء حجمه 1L،

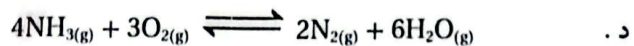
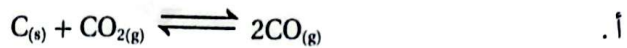
وسُخّن الخليط إلى درجة حرارة 350 K وحدث التفاعل الآتي: $2NO(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2NOBr(g)$

عند الاتزان وجد أن تركيز NOBr يساوي 0.08 M؛ لذلك فإن ثابت الاتزان K_c يساوي:

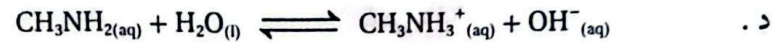
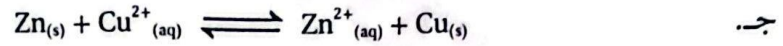
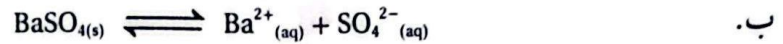
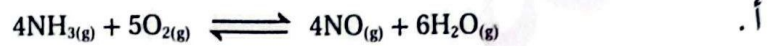
$$1111 \quad \text{أ.} \quad 555.5 \quad \text{ب.}$$

$$266.7 \quad \text{ج.} \quad 160.6 \quad \text{د.}$$

6. أُنحَدِّدُ التفاعلات التي تؤدي زيادة الضغط الكلي لها إلى إنتاج كمية أكبر من المواد الناتجة:



3. أكتب تعبير ثابت الاتزان بدلالة تراكيز المواد لكل من التفاعلات الآتية:

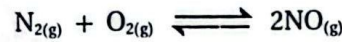


4. استخدم الأرقام: أدخل 0.65 mol من غاز N_2O_4 إلى وعاء حجمه 0.5 L، وترك ليتفكك كما في المعادلة الآتية:



أحسب ثابت الاتزان، إذ وُجد أن الوعاء يحتوي على 0.5 mol من NO_2 عند الاتزان.

5. استخدم الأرقام: وضع 2 mol من كل من الأكسجين والنيتروجين في وعاء حجمه 1 L لتتفاعل معاً وفق المعادلة الآتية:



وقد وُجد أن ثابت الاتزان للتفاعل عند درجة حرارة 150 K يساوي 1×10^{-5} ؛ أحسب تراكيز المواد عند وصول التفاعل إلى حالة الاتزان.

6. أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. العبارة الصحيحة التي تصف الاتزان غير المتجانس، هي:

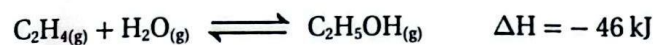
أ. تكون المواد المتفاعلة والنتيجة في الحالة الفيزيائية نفسها.

ب. تتنوع الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة.

ج. تراكيز المواد الصلبة في التفاعل غير ثابتة.

د. يظهر تركيز السائل في قانون ثابت الاتزان.

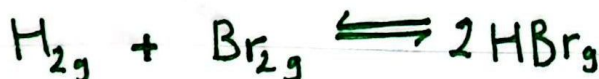
5. أستنتج أثر التغيرات الآتية في موضع الاتزان للتفاعل الآتي:



أ. زيادة حجم وعاء التفاعل.

ب. زيادة درجة الحرارة.

ج. إضافة كمية من بخار الماء.



6. سُخِّنَ خَلِيطٌ مِنْ H_2 0.7 mol مع غاز Br_2 0.44 mol في وعاء حجمه 2 L لحرارة 700 K

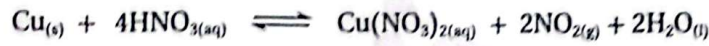
وُجِدَ أَنَّ عَدَدَ مَوَلاَتِ H_2 = 0.28 مول (عند الاتزان)

أحسب ثابت الاتزان وتراكيز المواد عند الاتزان

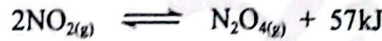


الخلفية العلمية:

يتأثر كل من ثابت الاتزان وموضع التفاعل المتوازن بتغير درجة الحرارة، ويختلف هذا التأثير تبعاً لطبيعة التفاعل؛ إن كان ماصاً للحرارة أم طارداً لها، ولتسهيل دراسة أثر درجة الحرارة في موضع الاتزان/ يمكن معالجة الطاقة الحرارية المرافقة للتفاعل كمادة متفاعلة في التفاعل الماص للحرارة، كمادة ناتجة في التفاعل الطارد لها، ولاستقصاء أثر تغيير درجة الحرارة عملياً على موضع الاتزان؛ سوف أدرس الاتزان في خليط من غازي ثاني أكسيد النيتروجين ورباعي أكسيد ثنائي النيتروجين، حيث يُحضّر غاز ثاني أكسيد النيتروجين من تفاعل النحاس مع محلول حمض النيتريك المركز HNO_3 ، كما في المعادلة:



يتكاثف غاز ثاني أكسيد النيتروجين، وينتج غاز رباعي أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_4 ، ويرافق ذلك انبعاث طاقة حرارية في كما في المعادلة:



يحتوي وعاء التفاعل على خليط من غازي ثاني أكسيد النيتروجين ورباعي أكسيد ثنائي النيتروجين، ويصل التفاعل إلى حالة الاتزان ويستقر لون الغاز في وعاء التفاعل.

الهدف: استقصاء أثر درجة الحرارة في حالة الاتزان.

المواد والأدوات:



برادة النحاس، محلول حمض النيتريك HNO_3 تركيزه 0.1 M، ورق مخروطي؛ سعته 500 mL عدد (3)، سدادة مطاطية عدد (3)، حوض زجاجي عدد (2)، ماء ساخن، قطع من الجليد.

إرشادات السلامة:



- اتبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.

- ارتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.

- أحذر عند التعامل مع حمض النيتريك.

الوحدة 3: الاتزان الكيميائي

خطوات العمل:



1. أقيس: أضع 50 mL من محلول حمض النيتريك في كل دورق مخروطي.
2. ألاحظ: أحضر الدورق المخروطية الثلاثة وأرقمها، ثم أضع في كل منها 1g من برادة النحاس وأغلقها بإحكام، وألاحظ لون الغاز المتكوّن في كل منها.
3. أحضر الحوضين الزجاجيين، وأضع في أحدهما إلى منتصفه ماء ساخنًا، وفي الآخر ماءً وجليداً.
4. أجرب: أترك الدورق رقم (1) جانباً، ثم أضع الدورق (2) في الحوض المحتوي على الماء الساخن، والدورق (3) في حوض الماء البارد.
5. أقارن: أنتظر 2 min، ثم أقارن لون الغاز في الدورقين (2,3) بلون الغاز في الدورق (1)، أسجل لون الغاز في كل دورق.



ماء ساخن ماء عند درجة حرارة الغرفة ماء بارد

التحليل والاستنتاج:



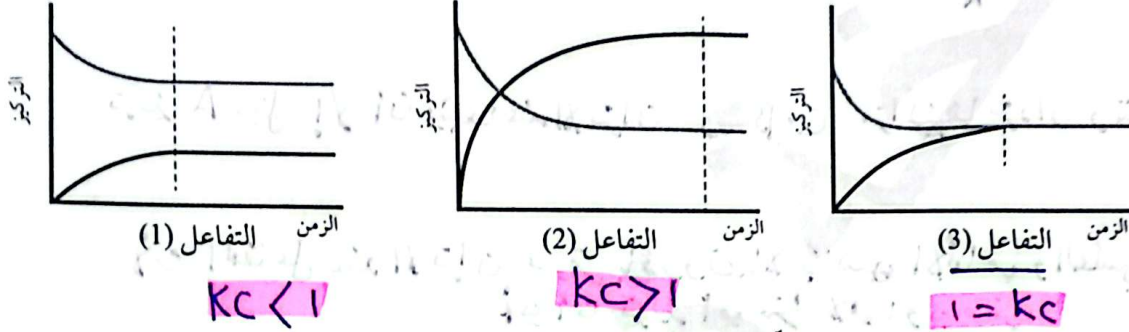
1. أستنتج أثر زيادة درجة الحرارة على تراكيز كل من الغازين في الدورق.
تزداد درجة الحرارة. تقلد تركيز NO_2 وتزداد تركيز N_2O_4 .
2. أفسر تغير لون الغاز في الدورق الموضوع في الماء الساخن، والآخر في الماء البارد مقارنةً بالدورق رقم (1).
في الماء الساخن تزداد شدة اللون البني NO_2 لزيادة موضع الاتزان نحو
في الماء البارد تقل شدة اللون البني. لزيادة الاتزان نحو تكوين غاز N_2O_4 عديم اللون.
3. أفسر أثر درجة الحرارة في كل من التفاعلين الأمامي والعكسي.
التفاعل الطارد للحرارة بزيادة الحرارة تزداد سرعة تفاعل عكسيه ويذاح الاتزان نحو اليسار.
تقلص الحرارة
في الماء الساخن
في الماء البارد
4. أستنتج أثر درجة الحرارة في الاتزان للتفاعل العكسي للحرارة والتفاعل الطارد لها.
التفاعل الماص للطاقة تزداد سرعة تفاعلها ويذاح الاتزان نحو اليمين.
الطارد للطاقة
عكسي
في الماء الساخن
في الماء البارد

الوحدة 3: الاتزان الكيميائي

أسئلة تفكير

السؤال الأول:

أجرى مجموعة من الطلبة تجارب لدراسة موضع الاتزان لثلاثة تفاعلات، تُعبّر المنحنيات الثلاثة الآتية عن النتائج التي جرى التوصل إليها، أدرس هذه المنحنيات، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليها:



1. ما الجهة التي يُزاح نحوها الاتزان لكل من التفاعلين (1، 2)؟

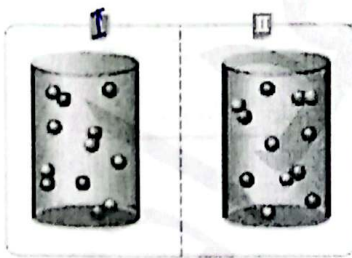
في التفاعل (1) يزاح الاتزان نحو المفاعلة لأن تراكيزها أصبحت أكبر.
(2)

2. ما القيم التقريبية لثابت الاتزان (أكبر من واحد، أقل من 1، تساوي 1) لكل من التفاعلات الثلاثة؟ أفسر إجابتي.

التفاعل 1: $K_c < 1$ تراكيز المفاعلة أكبر من الناتجة.
التفاعل 2: $K_c > 1$ أقل من تراكيز المفاعلة.
التفاعل 3: $K_c = 1$ تراكيز المفاعلة = تراكيز الناتجة.
أذكر بعض الإجراءات لزيادة كمية المواد الناتجة في التفاعل (2).

سحب كمية من المواد الناتجة أو زيادة كمية المفاعلة.

السؤال الثاني:



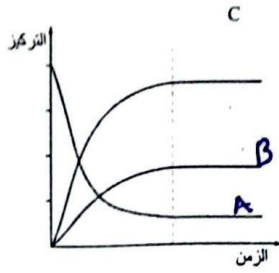
يمثل الشكل المجاور مكونات التفاعل $AB_{(g)} + \text{heat} \rightleftharpoons A_{(g)} + B_{(g)}$ عند الإتزان عند درجتى حرارة مختلفتين، وفي وعائين منفصلين. أي الوعائين يمثل مكونات التفاعل عند درجة الحرارة الأقل؟

الوعاء I يمثل التفاعل عند درجة حرارة أقل.

↓
يزيد التقليل العكسي فيزداد [AB]
الحرا وهذا يمثل الوعاء I.

الوحدة 3: الاتزان الكيميائي

السؤال الثالث:



يبيّن الشكل المجاور منحنيات تغيّر تراكيز المواد في تفاعل ما، حتى وصوله إلى حالة الاتزان، أدرس المنحنيات ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

1. أصف تغيّر تراكيز المواد من بداية التفاعل حتى وصول التفاعل إلى حالة الاتزان.
تركيز A يقل إلا أن يثبت عند الاتزان. و B و C تراكيزها تزداد وتثبت عند الاتزان.
2. أفسر: بعد بدء التفاعل لا تصبح تراكيز أي من المواد في التفاعل تساوي صفراً.
لأن التفاعل عند الاتزان يسير بالحدوث العكسي والإمام والعكس بالسرعة نفسه أي أن تركيز أي من المواد لا يساوي صفراً.
3. أكتب تعبير ثابت الاتزان للتفاعل؛ علماً بأن المواد جميعها في الحالة الغازية.

$$K_c = \frac{[B][C]}{[A]}$$

السؤال الرابع:

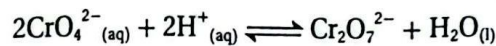
• في التفاعل الآتي: $3NO(g) \rightleftharpoons N_2O + NO_2(g) + 155.7 \text{ kJ}$

أستنتج أثر التغيرات الآتية على موضع الاتزان:

- أ. زيادة الضغط. تزيد سرعة التفاعل الإمام. الاتزان يزاح نحو تكوين N_2O الناتجة.
- ب. زيادة درجة الحرارة. تزيد سرعة التفاعل العكسي. الاتزان يزاح نحو التفاعل.
- ج. زيادة تركيز غاز N_2O . العكس. الاتزان يزاح نحو التفاعل.
- د. إضافة عامل مساعد. لا يتأثر في موضع الاتزان ولكن تزيد سرعة الوصول لموضع الاتزان.

السؤال الخامس:

أيون الدايكرومات $Cr_2O_7^{2-}$ برتقالي اللون، وأيون الكرومات CrO_4^{2-} أصفر اللون في التفاعل:



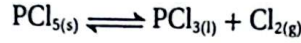
ما التغير الذي يحصل على لون الخليط للتفاعل المتزن عند إضافة ما يأتي:

- أ. حمض (أيونات H^+)، أفسر ذلك. يتجه الاتزان نحو اليمين.
- ب. قاعدة (أيونات OH^-)، أفسر ذلك. يتجه الاتزان نحو اليسار.

الوحدة 3: الاتزان الكيميائي

السؤال السادس:

التفاعل الآتي يحدث عند درجة حرارة معينة:



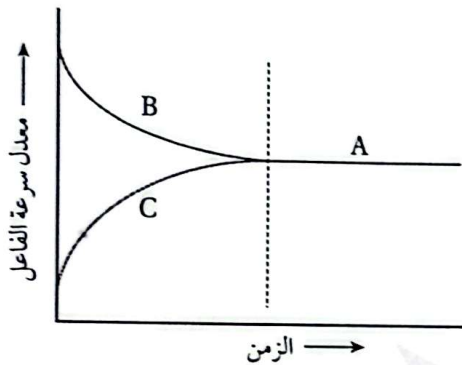
أ . أستنتج أثر زيادة الضغط على كمية PCl_5 عند الاتزان.

تفسير سرعة التفاعل العكسي فتزداد كتلة PCl_5

ب . عند زيادة درجة الحرارة قلت كمية PCl_5 الصلبة، هل التفاعل طارد للطاقة أم ماص لها؟ أبرر إجابتي.

التفاعل ماص أدى لإزاحة الاتزان نحو التفاعل الأمامي لتقليل PCl_5

السؤال السابع:



أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. يمثل الشكل المجاور تفكك غاز رباعي أكسيد نثاني النيتروجين

N_2O_4 إلى غاز ثاني أكسيد النيتروجين وفقاً لمعادلة التفاعل الآتي:



أستعين بالشكل لتحديد ما تشير إليه الرموز (C, B, A):

أ . حالة الاتزان، C سرعة التفاعل الأمامي، B سرعة التفاعل العكسي.

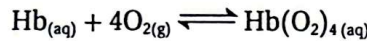
ب . A زمن انتهاء التفاعل، B سرعة التفاعل الأمامي، C سرعة التفاعل العكسي.

ج . A حالة الاتزان، B سرعة التفاعل الأمامي، C سرعة التفاعل العكسي.

د . A زمن انتهاء التفاعل، B سرعة التفاعل العكسي، C سرعة التفاعل الأمامي.

2. يرتبط الأكسجين الذي يدخل إلى الجسم في أثناء عملية التنفس بجزيئات الهيموجلوبين (Hb) في الدم، ويتج

الهيموجلوبين المؤكسج $(\text{Hb}(\text{O}_2)_4)$ ، حيث يُشكّل الهيموجلوبين والأكسجين نظاماً مُتزنًا كما في المعادلة:



ماذا يحدث عند نقصان تركيز الأكسجين في الدم؟

أ . يُزاح الاتزان نحو اليسار ويتحرّر الأكسجين المرتبط بالهيموجلوبين. / تكلله.

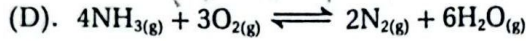
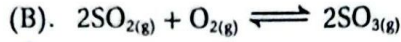
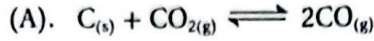
ب . يُزاح الاتزان نحو اليمين ويتحرّر الأكسجين المرتبط بالهيموجلوبين.

ج . يُزاح الاتزان نحو اليمين ويرتبط الأكسجين بالهيموجلوبين.

د . يُزاح الاتزان نحو اليسار ويرتبط الأكسجين بالهيموجلوبين.

الوحدة 3: الاتزان الكيميائي

3. أي التفاعلات تؤدي زيادة الضغط الكلي لها إلى إنتاج كمية أكبر من المواد الناتجة:



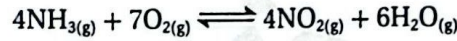
د. D

ج. C

ب. B

أ. A

4. يتفاعل غاز الأمونيا مع غاز الأكسجين وينتج غاز ثاني أكسيد النيتروجين وبخار الماء كما في المعادلة الموزونة:



أي من الآتية يمثل التعبير الصحيح لثابت الاتزان؟

ب. $K_c = \frac{[NO_2]^2 [H_2O]^3}{[NH_3]^4 [O_2]^7}$

أ. $K_c = \frac{[NO_2]^4 [H_2O]^6}{[NH_3]^4 [O_2]^7}$

د. $K_c = \frac{[NO_2]^4 [H_2O]^6}{[NH_3]^2 [O_2]^2}$

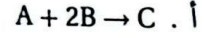
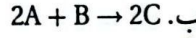
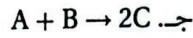
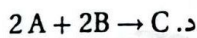
ج. $K_c = \frac{[NH_3]^4 [O_2]^7}{[NO_2]^2 [H_2O]^3}$

5. تتفاعل المادة A مع المادة B لإنتاج المادة C. اعتمادًا على المعلومات الآتية:

• عندما ينقص عدد المولات من المادة A، يزداد عدد المولات من المادة C بالمقدار نفسه.

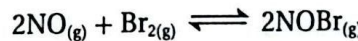
• عندما ينقص عدد المولات من المادة B، يزداد عدد المولات من المادة C مثلي مقدار النقص.

فإن المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل هي:



6. إذا علمت أن مقدار ثابت الاتزان يساوي 2.4، عند درجة حرارة 373 K للتفاعل المتزن الآتي:

$$K_c = \frac{[NOBr]^2}{[Br_2] \cdot [NO]^2}$$



وُجد عند الاتزان أن ضغط غاز NO يساوي ضغط غاز NOBr، فإن ضغط غاز Br_2 (atm) يساوي:

$$K_c = \frac{1}{(Br_2)}$$

د. 2.4

ج. 0.416

ب. 1.55

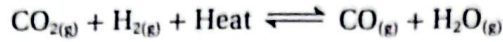
أ. 0.645

$$2.4 = \frac{1}{(Br_2)}$$

$$P_{Br_2} = \frac{1}{2.4} = 0.416$$

الوحدة 3: الاتزان الكيميائي

7. يتفاعل غاز ثاني أكسيد الكربون مع غاز الهيدروجين وفق المعادلة الآتية:



فإن إحدى العبارات الآتية صحيحة عند الاتزان:

أ. زيادة درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون CO_2 .

ب. خفض درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة إنتاج الماء H_2O .

ج. زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة إنتاج أول أكسيد الكربون CO .

د. خفض درجة الحرارة يؤدي إلى نقصان تركيز الهيدروجين H_2 .

8. في التفاعل الآتي $2\text{NOBr}_{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(g)} + \text{Br}_{2(g)}$ عند 38°C $K_c = 4.08 \times 10^{-4}$.

إحدى الآتية تمثل تراكيز المواد عند الاتزان:

أ. $[\text{NOBr}] = 0.07 \text{ M}$, $[\text{NO}] = 0.02 \text{ M}$, $[\text{Br}_2] = 0.005 \text{ M}$.

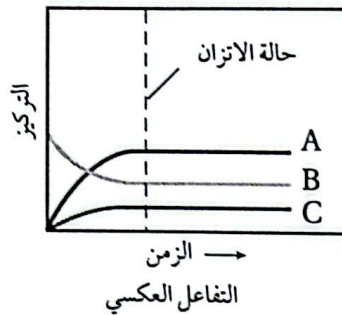
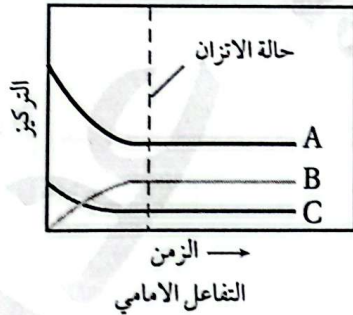
ب. $[\text{NOBr}] = 0.005 \text{ M}$, $[\text{NO}] = 0.02 \text{ M}$, $[\text{Br}_2] = 0.07 \text{ M}$.

ج. $[\text{NOBr}] = 0.02 \text{ M}$, $[\text{NO}] = 0.005 \text{ M}$, $[\text{Br}_2] = 0.02 \text{ M}$.

د. $[\text{NOBr}] = 0.005 \text{ M}$, $[\text{NO}] = 0.07 \text{ M}$, $[\text{Br}_2] = 0.005 \text{ M}$.

9. تمثل المعادلة الموزونة الآتية: $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$ تفاعل تحضير الأمونيا كما في الشكل؛ فالرموز

الصحيحة التي تمثل التفاعل هي:



أ. C: NH_3 , B: N_2 , A: H_2 .

ب. C: NH_3 , B: H_2 , A: N_2 .

ج. C: N_2 , B: H_2 , A: NH_3 .

د. C: N_2 , B: NH_3 , A: H_2 .

الوحدة 3: الاتزان الكيميائي

أسئلة الوحدة الثالثة //

س1 / ماذا يقصد بكل من ؟

اتزان ديناميكي: حالة يصل إليها التفاعل ويستمر عندها حدوث التفاعل بالاتجاهين الأمامي والعكسي بالسرعة نفسها.

ثابت الاتزان: تعبير يُمثل نسبة تراكيز المواد الناتجة إلى تراكيز المواد المتفاعلة مرفوعاً كلٌّ منها إلى قوة تساوي معاملاتها في المعادلة الموزونة.

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

س2 / بدراسة التفاعل $SO_2 + Cl_2 \rightleftharpoons SO_2Cl_2 + E$ ماذا يحدث إذا تم ؟

(أ) يزاح موضع الاتزان نحو اليمين (المواد الناتجة) $\rightarrow$ بزيادة تركيز Cl_2

(ب) يزاح موضع الاتزان نحو اليمين (المواد الناتجة) $\rightarrow$ بحسب SO_2Cl_2

(ج) يزاح موضع الاتزان نحو اليسار (المواد المتفاعلة) $\rightarrow$ بتقليل كمية SO_2

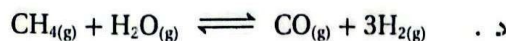
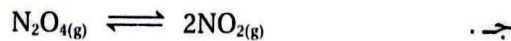
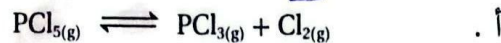
س3 / أثر خفض درجة الحرارة في موضع الاتزان $C_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons C_2H_5OH$ $\Delta H = -46 \text{ K.J}$

س3 (أ) يزاح موضع الاتزان نحو اليمين (المواد الناتجة) $\rightarrow$ $N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$ / ب

(ب) يزاح موضع الاتزان نحو اليسار (المواد المتفاعلة) $\rightarrow$ $\Delta H = +90 \text{ K.J}$

س4 التفاعل (ب)

4. أحدد التفاعل الذي ينتج عنه أكبر كمية من المواد عند زيادة الضغط الكلي المؤثر في وعاء التفاعل:

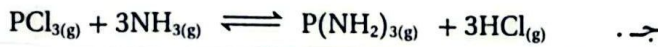
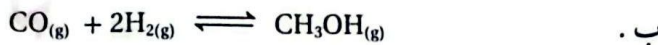
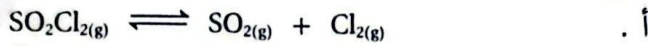


إجابة س5 أ) جهة المواد المتفاعلة: لأن تقليل حجم الوعاء يزيد من الضغط وحسب مبدأ لوتشاتيليه يزاح موضع الاتزان نحو عدد المولات الأقل.

ب) جهة المواد الناتجة: لأنها تحتوي عدد مولات أقل.

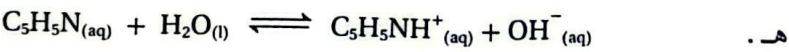
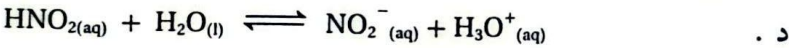
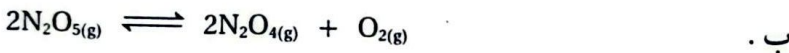
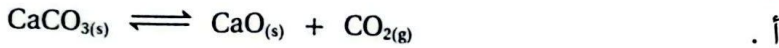
ج) لا يتأثر لأن مجموع عدد مولات المواد المتفاعلة مساوي لمجموع عدد مولات المواد الناتجة.

5) أستنتج موضع الاتزان عند تقليل حجم الوعاء في كل من التفاعلات الآتية مُبرِّراً إجابتي:



إجابة س6 أ) $k_c = [\text{CO}_2]$

6) أطبق أكتب تعبير ثابت الاتزان K_c لكل من التفاعلات الآتية:



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

ج) $k_c = \frac{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}}{[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}[\text{NH}_3]^4}$

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

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

إجابة س7 أ) لأن عدد مولات المواد المتفاعلة مساويا لعدد مولات المواد الناتجة حسب المعادلة الموزونة.

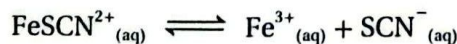
ب) لأن ترسيب أيونات Fe^{2+} يقلل من تركيزها في المواد الناتجة، ما يسبب إزاحة موضع الاتزان نحو المواد الناتجة تبعاً لمبدأ لوتشاتيليه، فيزداد تركيز أيونات SCN^{-} .

7) أفسر:

أ. لا يتأثر موضع الاتزان عند تغيير الضغط الكلي في وعاء التفاعل عند الاتزان للتفاعل الآتي:



ب. يمكن زيادة كمية الناتج SCN^{-} بترسيب أيونات الحديد Fe^{3+} من المحلول في التفاعل المُتزن الآتي:



8 أفسر يُبين الجدول الآتي نتائج دراسة ثابت الاتزان لتفاعل ما عند درجات حرارة مختلفة، هل التفاعل ماصٌّ للحرارة أم طارد لها؟ أبرر إجابتي.

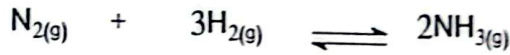
درجة الحرارة بوحدة الكلفن	ثابت الاتزان
208	4.9×10^{27}
800	1.38×10^5
1000	2.54×10^2



س 8 يتضح من البيانات أن زيادة درجة الحرارة تقلل من ثابت الاتزان وحسب مبدأ لويتشاتيليه فإن موضع

الاتزان يزاح إلى الجهة التي تقلل من أثر هذه الزيادة أي جهة المواد المتفاعلة فيزداد تركيزها وتقل تراكيز

المواد الناتجة ما يشير إلى أن التفاعل طارد للحرارة. الحل $K_c \downarrow$ [مقلات] سيكون أكبر... تفاعل طارد



س 9 وضع غاز N_2 و H_2

في وعاء حجمه 10L وجد عند الاتزان

عدد مولات N_2 4.25 H_2 5.75 NH_3 1.5

4.25 mol 5.75 mol 1.5 mol

عدد المولات عند الاتزان:

$$M = \frac{n}{V_L}$$

0.425 M 0.575 M 0.15 M

تراكيز المواد عند الاتزان:

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(0.15)^2}{(0.425)(0.575)^3} = 0.278 M$$

س 10 وجد أن $K_c = 4 \times 10^{13}$ عند حرارة 25° و $2NO_g + O_{2g} \rightleftharpoons 2NO_{2g}$

أ / المواد المتوافرة بكمية أكبر في وعاء التفاعل عند الاتزان.

ب / احسب تركيز NO_2 عندما يكون $[NO] = [O_2] = 2 \times 10^{-6} M$

10 أ- حيث أن ثابت الاتزان (كبير) فإن المواد المتوافرة بكمية أكبر هي المواد الناتجة NO_2

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2[O_2]}$$

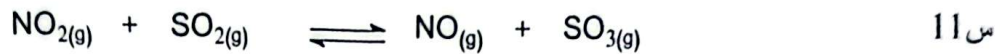
ب-

$$[NO_2]^2 = K_c [NO]^2 [O_2]$$

$$[NO_2]^2 = 4 \times 10^{13} (2 \times 10^{-6})^2 \times 2 \times 10^{-6} = 3.2 \times 10^{-4}$$

$$[NO_2] = 1.78 \times 10^{-2} M$$

س11/ يمدت المتكامل في وعاء مغلق حجمه 1L $NO_2 + SO_2 \rightleftharpoons NO + SO_3$ وضع 0.8 مول من كل من الغازات الأربعة في وعاء التفاعل عند حرارة معينة و $K_c = 3.75$ احسب تراكيز هذه الغازات عند الاتزان.



0.8 mol	0.8 mol	0.8 mol	0.8 mol	عدد المولات عند البداية:
0.8 M	0.8 M	0.8 M	0.8 M	تراكيز المواد عند البداية:
0.8-x	0.8-x	0.8+x	0.8+x	تراكيز المواد عند الاتزان:

$$K_c = \frac{[NO][SO_3]}{[NO_2][SO_2]}$$

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

وبأخذ جذر الطرفين أجد أن:

$$1.94 = \frac{0.8+x}{0.8-x}$$

$$1.94(0.8-x) = 0.8+x$$

وبحل المعادلة أجد أن:

$$x = 0.255$$

وبتعووض قيم x في تراكيز المواد عند الاتزان أجد أن:

$$[NO_2] = [SO_2] = 0.545 M$$

$$[NO] = [SO_3] = 1.055 M$$

س12/ تفكك 0.1 مول من IBr في وعاء حجمه 1L و $K_c = 0.026$ احسب تراكيز المواد عند الاتزان



0.1	0	0	تراكيز المواد عند البداية:
-2x	+x	+x	التغير في تراكيز المواد:
0.1-2x	x	x	تراكيز المواد عند الاتزان:

أربع حل

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

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

ويأخذ جذر الطرفين أجد أن:

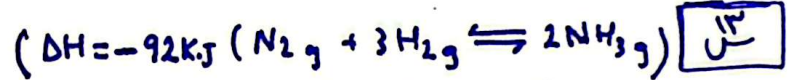
$$0.16 = \frac{x}{0.1 - 2x}$$

$$X = 0.012$$

وتكون تراكيز المواد عند الاتزان كما يلي:

$$[IBr] = 0.1 - 0.024 = 0.076 \text{ M}$$

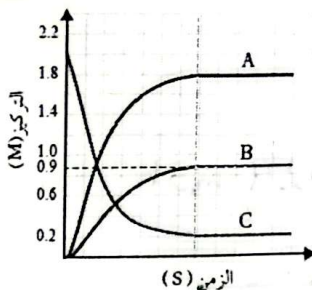
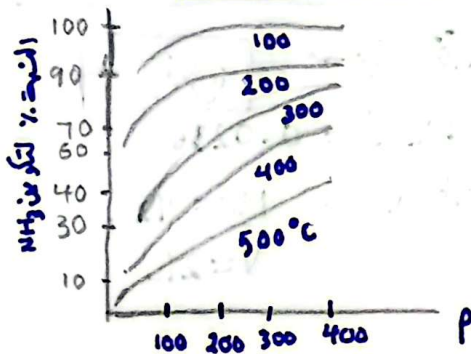
$$[I_2] = [Br_2] = 0.012 \text{ M}$$



(أ) حيث أن التفاعل طارد للحرارة فإن خفض درجة الحرارة يؤدي إلى إزاحة موضع الاتزان نحو المواد الناتجة وفق مبدأ لو شاتيليه، ويزيد تكوين الأمونيا/ أما زيادة الضغط فتؤدي إلى إزاحة موضع الاتزان نحو الجهة الأقل عدد مولات أي نحو تكوين الأمونيا.

أثر تغير الحرارة والضغط على النسبة % لتكوين NH_3 عند الاتزان

(ب)



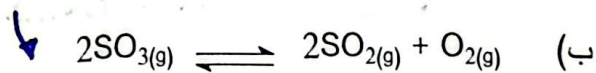
$$K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{(P_{N_2})(P_{H_2})^3}$$

اكتب تعبير ثابت الاتزان

س 14 أ

يمثل المنحنى A: SO_2 و يمثل المنحنى B: O_2

أما المنحنى C فيمثل: SO_3 . $2X(C \rightleftharpoons A + \frac{1}{2}B)$



(ج) اكتب ثابت الاتزان K_c

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

س 15 (أ) هيدروكسي أباتيت (علم المعادن التي تتكون منه طبقة المينا).

ب) تتآكل الأسنان وتصاب بالتهوس نتيجة ذوبان معدن هيدروكسي أباتيت المكون للمينا، ويزيد من تأكلها تخمر بواقي السكريات في الفم التي تؤدي إلى إنتاج أيونات H^+ مما يزيد من تفكك معدن الهيدروكسي أباتيت. (كوضح لعملية إزالة المعدن)



ج) تستخدم مركبات الفلور مثل فلوريد الصوديوم في إعادة تكوين المعدن.

د) تدخل مركبات الفلور في صناعة معجون الأسنان؛ إذ يحل الفلور محل مجموعة OH في الهيدروكسي أباتيت ويتكون معدن الفلورو أباتيت $Ca_5(PO_4)_3F$ الذي يدخل في تكوين مينا

الأسنان ويعيد تكوينها. (كيفية بناء المعدن بالأسنان بدل OH يدخل F).

$$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$$

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = 4.61 \times 10^{-3} = \frac{(0.0236)^2}{[N_2O_4]}$$

$$[N_2O_4] = \frac{(0.0236)^2}{4.61 \times 10^{-3}} = 0.12$$

معطيات: $K_c = 4.61 \times 10^{-3}$
 عند الاتزان $[NO_2] = 0.0236$
 احس كتلة N_2O_4 $Mr = 92$
 $V = 2L$

$$M = \frac{n}{V_L} \Rightarrow n = M \cdot V$$

$$n = 0.12 \times 2 = 0.24 \text{ mol}$$

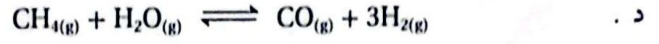
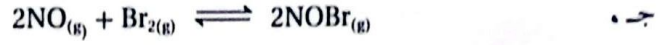
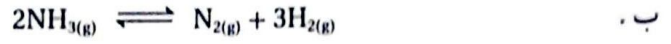
$$n = \frac{m}{Mr} \Rightarrow m = n \times Mr$$

$$m = 0.24 \times 92$$

$$m = 22.08g$$

1. اختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة في ما يأتي:

أ. أحدد التفاعل الذي ينتج عنه كمية أكبر من النواتج عند زيادة الضغط المؤثر في وعاء التفاعل:



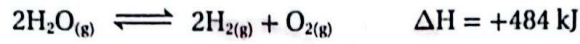
2. في التفاعل الآتي: $4NH_{3(g)} + 5O_{2(g)} \rightleftharpoons 4NO_{(g)} + 6H_2O_{(g)}$

يؤدي سحب كمية من غاز NH_3 من وعاء التفاعل إلى:

أ. زيادة سرعة التفاعل الأمامي. ب. زيادة إنتاج غاز NO .

ج. إزاحة موضع الاتزان نحو اليمين. د. إزاحة موضع الاتزان نحو اليسار.

3. يُعد تحليل الماء كهربائيًا إحدى طرائق تحضير غاز الهيدروجين كما في التفاعل الآتي:



أحد أي الإجراءات الآتية يؤدي إلى زيادة كمية غاز الهيدروجين الناتجة:

أ. زيادة درجة الحرارة ب. خفض درجة الحرارة

ج. زيادة الضغط المؤثر د. إضافة كمية من غاز الأكسجين

4. العبارة الصحيحة في ما يتعلق بالتفاعل عند الاتزان؛ هي:

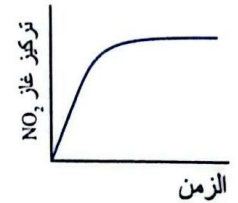
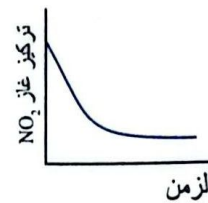
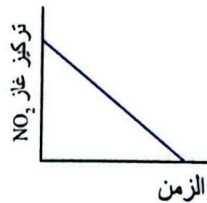
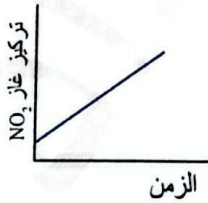
أ. تراكيز المواد الناتجة مساو لتراكيز المواد المتفاعلة.

ب. موضع الاتزان مُزاح نحو تكوين المواد المتفاعلة.

ج. سرعة التفاعل الأمامي مساوية لسرعة التفاعل العكسي.

د. تعتمد قيمة ثابت الاتزان على التراكيز الابتدائية للمواد في التفاعل.

5. الشكل الذي يُعبّر عن تغير تركيز NO_2 في أثناء سير التفاعل والوصول إلى حالة الاتزان للتفاعل الآتي هو:



* في علاقة ثابت الاتزان K

المواد الصلبة S والوائيل النقية L لا تدرج في القانون فقط الغازات g والمحاليل هـ تدخل في التعبير.

6. في التفاعل الكيميائي الآتي: $TiCl_3 + 2Cl_{2(g)} \rightleftharpoons TiCl_4$

يُعبر عن ثابت الاتزان للتفاعل بالمعادلة:

أ. $K_c = \frac{[TiCl_4]}{[Ti][Cl_2]^2}$ ب. $K_c = \frac{[TiCl_4]}{[Ti][Cl_2]}$

ج. $K_c = \frac{1}{[Cl_2]^2}$ د. $K_c = \frac{[TiCl_4]}{[Cl_2]^2}$

7. تعبير ثابت الاتزان لتفاعل ما: $K_c = \frac{[ICl_3]^2}{[I_2][Cl_2]^3}$

فإن معادلة التفاعل الكيميائي الموزونة هي:



8. في التفاعل الآتي: $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ $\Delta H^\circ = -200 \text{ kJ}$

تنتج أكبر كمية من SO_3 عند:

أ. ضغط منخفض ودرجة حرارة منخفضة.

ب. ضغط مرتفع ودرجة حرارة منخفضة.

ج. ضغط مرتفع ودرجة حرارة مرتفعة.

د. ضغط منخفض ودرجة حرارة مرتفعة.

9. عند زيادة درجة الحرارة للتفاعل الآتي فإنه:



أ. يقل ثابت الاتزان ويُزاح موضع التفاعل نحو المتفاعلات.

ب. يزداد ثابت الاتزان ويُزاح موضع التفاعل نحو المتفاعلات.

ج. يقل ثابت الاتزان ويُزاح موضع التفاعل نحو النواتج.

د. يزداد ثابت الاتزان ويُزاح موضع التفاعل نحو النواتج.

* اعتماداً على معادلة التفاعل الكيميائي الموزونة الآتية: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow{\text{عامل مساعد}} 2NH_{3(g)}$ $\Delta H = -92 \text{ kJ mol}^{-1}$

أجب عن الفقرتين 11 و 12:

10. ما التغير أو التغيرات من الآتية يُمكن أن تريد من قيمة ثابت الاتزان؟

I. زيادة الضغط

II. خفض درجة الحرارة

III. زيادة تركيز N_2

ب. I فقط

أ. I و II معا

د. II فقط

ج. II و III معا

11. عند استعمال العامل المساعد في تفاعل انتاج الأمونيا:

أ. يزداد تركيز الأمونيا عند الإتزان.

ب. يقل تركيز الأمونيا عند الإتزان.

ج. لا يتغير تركيز الأمونيا عند الإتزان.

د. يزداد الزمن اللازم للوصول إلى موضع الاتزان.

12. يتحلل غاز الفوسجين COCl_2 وفق المعادلة: $\text{COCl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$

فإذا كانت تراكيز المواد عند الاتزان كما يأتي $[\text{COCl}_2] = 0.75 \text{ M}$, $[\text{CO}] = [\text{Cl}_2] = 0.18 \text{ M}$:

فإن ثابت الاتزان للتفاعل يساوي:

أ. 0.48

ب. 0.032

د. 2.34

ج. 0.043

13. وضع 0.625 mol من غاز رباعي أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_4 في وعاء حجمه 5 L عند درجة حرارة معينة، فإذا

كان تركيز N_2O_4 عند الاتزان يساوي 0.075 M؛ فإن ثابت الاتزان للتفاعل الآتي: $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$ يساوي:

أ. 0.13

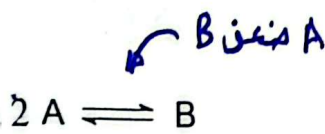
ب. 0.75

د. 7.5

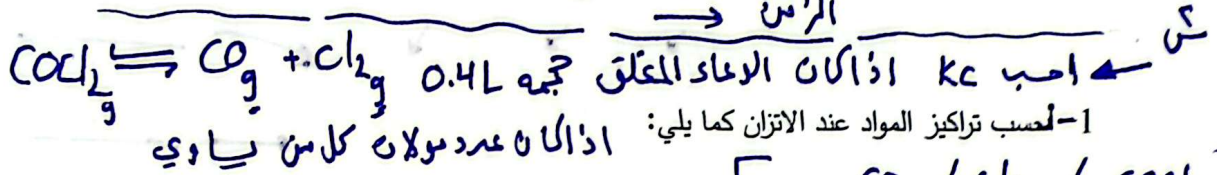
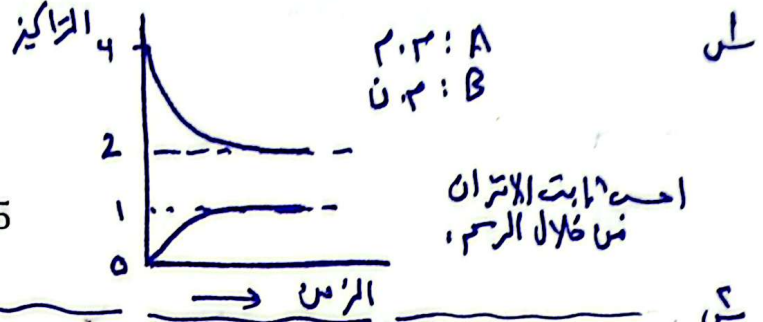
ج. 1.5

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

45



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



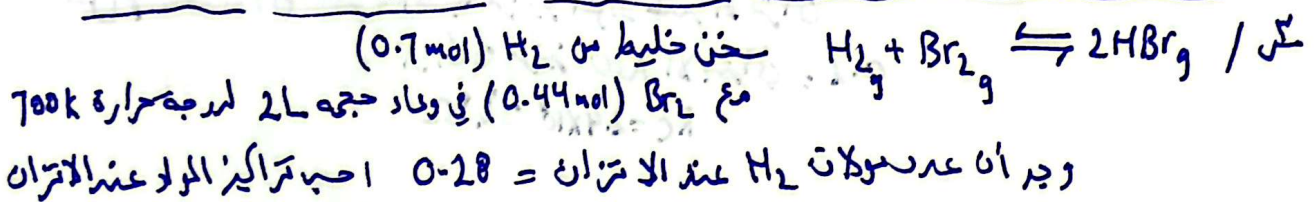
$$[CO] = \frac{0.071}{0.4} = 0.1775M \approx 0.18M$$

$$\left[\begin{array}{c} CO / Cl_2 / COCl_2 \\ n = 0.071 \quad 0.071 \quad 3mol \end{array} \right]$$

$$[Cl_2] = \frac{0.071}{0.4} = 0.1775M \approx 0.18M$$

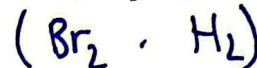
$$[COCl_2] = \frac{3}{0.4} = 7.5M$$

$$k_c = \frac{[CO][Cl_2]}{[COCl_2]} = \frac{0.18 \times 0.18}{7.5} = 4.32 \times 10^{-3}$$



ثم احسب k_c

1- احسب التركيز الابتدائي للمواد كما يلي:



$$[H_2]_0 = \frac{n}{V} = \frac{0.7 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.35M$$

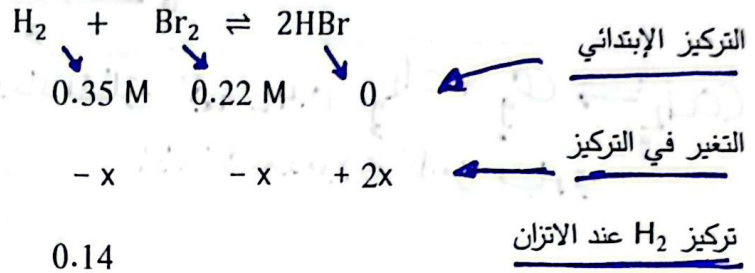
$$[Br_2]_0 = \frac{0.44 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.22M$$

46

تابع

٢ / لحسب تركيز H_2 عند الاتزان:

$$[H_2] = \frac{0.28 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.14 \text{ M}$$



٣ / ومنها أحسب قيمة x ثم تركيز Br_2 و HBr عند الاتزان: $0.35 - x = 0.14 \text{ M} \rightarrow x =$

$$x = 0.21 \text{ M}$$

$$[Br_2] = 0.22 - 0.21 = 0.01 \text{ M} \quad \checkmark \quad [Br_2] - x$$

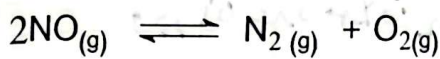
$$[HBr] = 2 \times 0.21 = 0.42 \text{ M} \quad [HBr] = 2x$$

$$K_c = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} = \frac{(0.42)^2}{0.14 \times 0.01} = 126$$

احسب تراكيز المواد عند الاتزان
اذ كان تركيز NO الابتدائي = 0.2
علماً بأن $K_c = 2.4 \times 10^3$

١ /

(1)



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

M تراكيز المواد عند البداية:

$$- 2x \quad +x \quad +x$$

التغير في التركيز:

$$0.2 - 2x \quad x \quad x$$

M تراكيز المواد عند الاتزان:

تابع

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

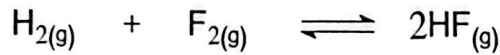
$$2.4 \times 10^3 = \frac{x^2}{(0.2 - 2x)^2}$$

$$49 = \frac{x}{(0.2 - 2x)}$$

$$x = 0.099 \quad \text{ويحل المعادلة أجد أن :}$$

$$X = [N_2] = [O_2] = 0.099 \text{ M}$$

$$0.2 - 2x \quad [NO] = 0.2 - 0.198 = 0.002 \text{ M}$$



تم وضع 3 mol H₂ و 3 mol F₂ في وعاء حجمه 3 L
للتفاعل مع بعضهما البعض
اصب التراكيز عند الاتزان و K_c

1 M	1 M	0 M	تراكيز المواد عند البداية:
-x	-x	+2x	التغير في التركيز:
(1-x)	(1-x)	2x	تراكيز المواد عند الاتزان:

أستخدم ثابت الاتزان للتفاعل لحساب قيمة x كما يلي:

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

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

بأخذ الجذر التربيعي للطرفين:

$$10.72 = \frac{2x}{1-x}$$

وبحل المعادلة التربيعية نجد ان قيمة $x = 0.843$

أحسب تراكيز المواد عند الاتزان كما يلي:

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

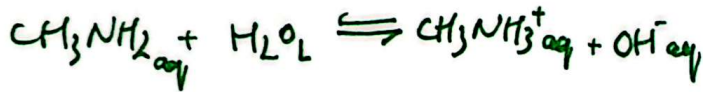
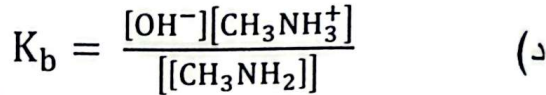
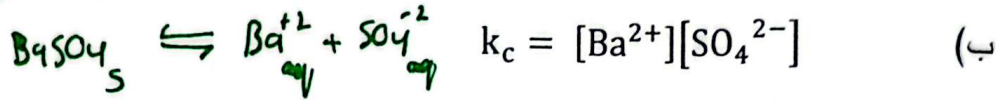
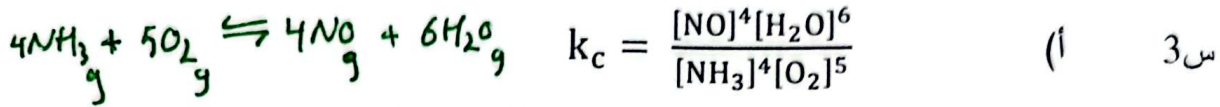
$$[HF] = 2 \times 0.843 = 1.686 \text{ M}$$

مراجعة الدرس صفحة (112)

س1 يدل ثابت الاتزان على نسب تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة عند وصوله الى حالة الاتزان ويستفاد من هذه النسب في تقدير الجدوى الاقتصادية للتفاعل.

س2 قانون فعل الكتلة: ينص على أنه عند درجة حرارة معينة يصل التفاعل إلى حالة تكون عندها نسبة تراكيز المواد المتفاعلة إلى تراكيز المواد الناتجة قيمة ثابتة تُسمى ثابت الاتزان.

الاتزان المتجانس: حالة الاتزان التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة جميعها في الحالة الفيزيائية نفسها.



س4 / ما الذي يؤثر على ثابت الاتزان ؟

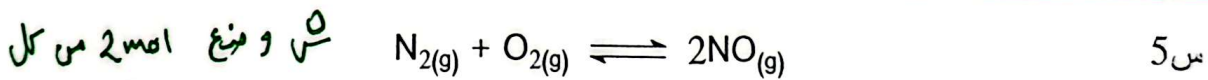
خلاصة درجة الحرارة (تؤثر بشكل مباشر على قيمة ثابت الاتزان).

لكن التركيز والضغط يؤثران على موضع الاتزان

ولا يؤثران على قيمة ثابت الاتزان.

خلاصة إذا كان المتفاعل طارد الحرارة فزيادة درجة الحرارة سقل K لأنه سيزداد [م.م].

م لكن إذا كان المتفاعل ماص للحرارة فزيادة درجة الحرارة سيزداد قيمة K لأنه سيزداد [م.م].



س و منع اص 2 من كل

من N_2 و O_2

لي دعاء حجمه 1L

ثابت الاتزان

$K_c = 1 \times 10^5$

2M

2M

0

التراكيز عند البداية:

-x

-x

+ 2X

التغير في التركيز:

2-x

2-x

2x

عند الاتزان:

احس تراكيز المواد عند

الوصول إلى الاتزان



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

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

$$3.2 \times 10^{-3} = \frac{2x}{(2-x)}$$

$$3.2 \times 10^{-3}(2-x) = 2x$$

$$6.4 \times 10^{-3} - 3.2 \times 10^{-3}x = 2x$$

$$0.0064 = 2.0032x$$

$$x = 0.0032 = 3.2 \times 10^{-3} \checkmark$$

أحسب التراكيز عند الاتزان:

$$[N_2] = 2 - 0.0032 = 1.997 \text{ M}$$

$$[O_2] = 2 - 0.0032 = 1.997 \text{ M}$$

$$[NO] = 0.0064 \text{ M}$$

حل مشكلة
الدرس
الأول:

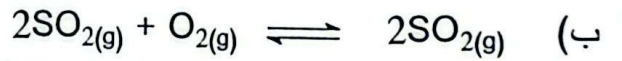
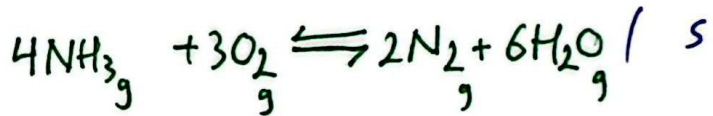
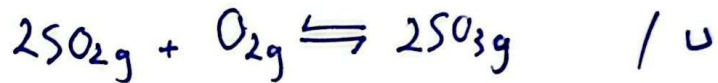
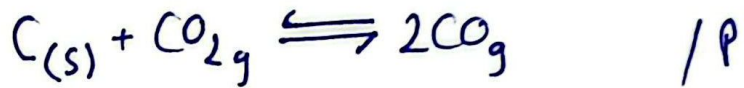
س 1 حالة الاتزان يستمر عندها حدوث التفاعل بالاتجاهين الأمامي والعكسي بالسرعة نفسها، وعندها لا يحدث تغيير على تراكيز المواد المتفاعلة والنواتجة أي تكون ثابتة.

العوامل المؤثرة في الاتزان: التركيز، الضغط، درجة الحرارة، في حين أن العامل المساعد يزيد من سرعة الوصول إلى حالة الاتزان ولا يغير من موضع الاتزان.

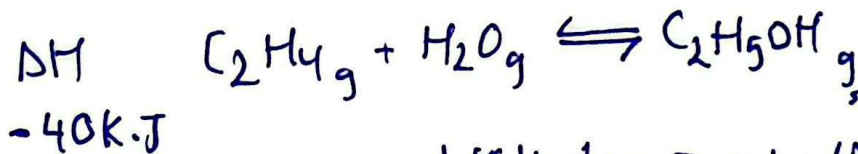
س 2 - التفاعلات المنعكسة: تفاعلات تحدث بالاتجاهين الأمامي والعكسي، فالمواد المتفاعلة تتفاعل وتكون المواد الناتجة، والمواد الناتجة تتفاعل لتكوين المواد المتفاعلة.

- مبدأ لوتشاتيليه: ينص على أنه "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".

س 3 أحمدة التفاعلات التي تؤدي زيادة الضغط الكلي لانتاج كمية أكبر من ٠.٢ الناتجة



س 4 أثر المتغيرات في موضع الاتزان للتفاعل



أ / زيادة حجم وعاء التفاعل

ب / زيادة درجة الحرارة

ج / إضافة كمية من بخار الماء

س 5

(1) يزاح جهة اليسار.

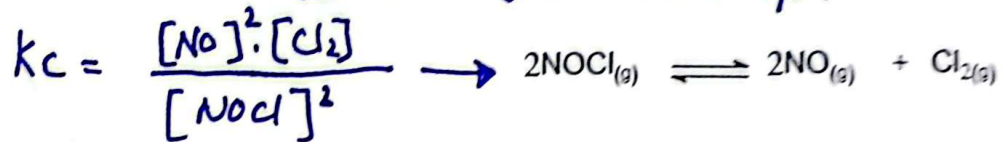
(2) يزاح جهة اليسار.

(3) يزاح جهة اليمين.

حل لمادة على الدرس الأول

الدرس الثاني: تعبيرات ثابت الاتزان والحسابات المتعلقة به

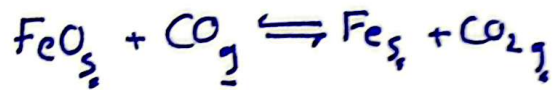
س/ أكتب معادلة التفاعل إذا كان تعبير ثابت الاتزان



أكتب التعبير بدلالة التركيز المولي.

(أ)

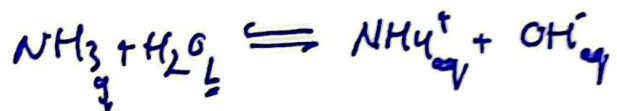
$$1- K_c = \frac{[CO_2]}{[CO]}$$



$$2- K_c = [CO_2]$$

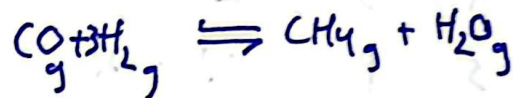


$$3- K_c = \frac{[OH^-] [NH_4^+]}{[NH_3]}$$

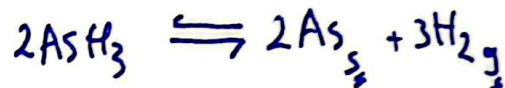


(ب) أكتب تعبير ثابت الاتزان بدلالة الضغط الجزئي

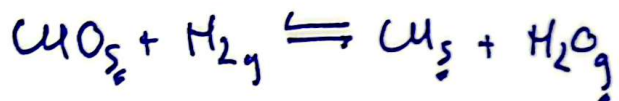
$$1- K_p = \frac{(P_{CH_4})(P_{H_2O})}{(P_{CO})(P_{H_2})^3}$$



$$2- K_p = \frac{(P_{H_2})^3}{(P_{AsH_3})^2}$$



$$3- K_p = \frac{(P_{H_2O})}{(P_{H_2})}$$



الخلفية العلمية:

تتحول المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة؛ وذلك بعملية تُعرف بعملية التسامي (Sublimation)؛ وهي عملية ماصة للحرارة، تحدث لعدد قليل من المواد الصلبة، مثل الجليد، وثاني أكسيد الكربون، واليود، والزرنيخ، وغيرها، فمثلاً/ عند تسخين بلورات اليود في وعاء مغلق فإنه يتحول إلى الحالة الغازية مباشرة، ويظهر بخار اليود باللون البنفسجي في الوعاء/ وبمرور الوقت يبرد بخار اليود ويترسب على جدران الوعاء الموجود فيه على شكل بلورات صلبة، في عملية تُسمى عملية التصعيد (Deposition)، وهي عملية تتحول فيها المادة من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة - أيضاً - دون المرور بالحالة السائلة/ ويحدث اتزان بين عملية التسامي وعملية الترسيب، عندها تستقر كمية بخار اليود وتثبت شدة لونه في الوعاء.

الهدف: تعرف مفهوم الاتزان الديناميكي.

المواد والأدوات:



بلورات من اليود الصلب، كأس زجاجية سعة 200 mL، حوض زجاجي، زجاجة ساعة، ملعقة، ميزان حساس، ماء ساخن، قطع من الجليد.

إرشادات السلامة:



- أطبق إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- ارتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- أجري التجربة في خزانة الأبخرة، وتجنب استنشاق أبخرة اليود.

خطوات العمل:



1. أقيس 10 g من اليود الصلب باستخدام الميزان الحساس، وأضعها في الكأس الزجاجية.
2. أملأ الحوض الزجاجي مقدار ثلثه ماء ساخناً (حمام مائي ساخن).
3. أضع قطعاً من الجليد في زجاجة الساعة، وأضعها على فوهة الكأس الزجاجية.
4. ألاحظ: أضع الكأس المحتوية على اليود في الحمام المائي الساخن، وألاحظ التغير الذي يطرأ على بلورات اليود بمرور الوقت، وأسجل ملاحظاتي.

الوحدة 3: الاتزان الكيميائي



التحليل والاستنتاج:



1. ما التغير الذي يحدث على بلورات اليود الصلبة؟ وأسمي هذه العملية.

تحول بلورات اليود من الصلب إلى الحالة الغازية بخار اليود
عند وضعها في حمام ماء ساخن
سُمي التسامي.

2. أحدد لون بخار اليود المتصاعد.

بنفجر اللون

3. ما التغير الذي يحدث على بخار اليود بمرور الوقت؟ وأسمي هذه العملية.

يتجمع بخار اليود على هيئة المواد الصلبة
وذلك نتيجة التبريد، وسمي عملية التكثف.

4. أفسر ثبات لون بخار اليود في الكأس الزجاجية.

وذلك لعدم اتران / كمية اليود الصلب المتبخرة تساوي كمية بخار اليود
المترسبة

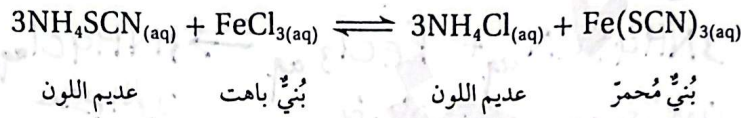
5. أستنتج العلاقة بين ما يحدث لبلورات اليود، وما يحدث لبخاره عند ثبات اللون في الكأس الزجاجية.

سرعة تسامي اليود = سرعة تصعيده
ص ← غ غ ← ص

الوحدة 3: الاتزان الكيميائي

الخلفية العلمية:

يتأثر موضع الاتزان بتركيز المواد المتفاعلة والنتيجة في وعاء التفاعل / فعند تغيير تركيز إحدى المواد في التفاعل؛ فإنه وفقاً لمبدأ لوتشاتلييه؛ يعمل الاتزان على تغيير موضعه للتقليل من أثر هذا التغير، ويمكن التحكم في موضع الاتزان عن طريق تغيير تراكيز المواد في وعاء التفاعل / وذلك بإضافة كمية من إحدى المواد إلى وعاء التفاعل (أو سحب كمية من إحدى المواد من وعاء التفاعل). ولأنه يمكن دراسة تفاعل ثيوسينات الأمونيوم NH_4SCN مع محلول كلوريد الحديد FeCl_3 الذي يحدث كما في المعادلة الآتية:



الهدف: استكشاف أثر تراكيز المواد في موضع الاتزان.

المواد والأدوات:



محلول ثيوسينات الأمونيوم NH_4SCN ، محلول كلوريد الحديد (III) FeCl_3 ، محلول كلوريد الأمونيوم NH_4Cl ، أنابيب اختبار عدد (3)، ماصة عدد (3)، حامل أنابيب.

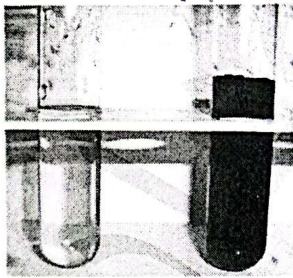
إرشادات السلامة:



- اتبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.

- ارتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.

خطوات العمل:

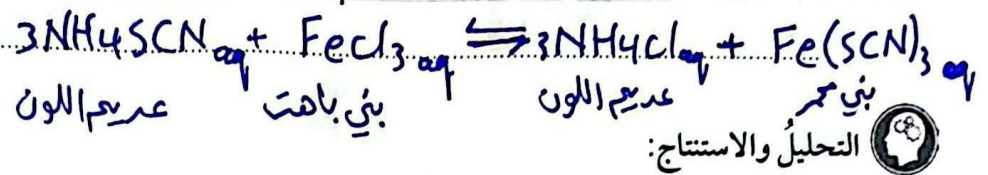


1. أقيس: أضع 3 mL من محلول ثيوسينات الأمونيوم في أنبوب اختبار.

2. ألاحظ: أضف ثلاث قطرات من محلول كلوريد الحديد إلى الأنبوب السابق، ثم أرج المحلول وألاحظ لون المحلول الناتج. وأسجل ملاحظاتي.

3. أجرب: أنقل نصف كمية المحلول السابق إلى أنبوب اختبار آخر، وأضف الأنبوبين على حامل الأنابيب.

الوحدة 3: الاتزان الكيميائي



1. أُحْدِدُ لون المحلول الناتج من إضافة محلول كلوريد الحديد إلى محلول ثيوسينات الأمونيوم.

لون المحلول بني محمر

2. أُحْدِدُ المادة التي أدت إلى تغيير لون المحلول عند إضافة قطرات من محلول كلوريد الأمونيوم إلى الأنبوب الأول، وقطرات من محلول كلوريد الحديد إلى الأنبوب الثاني.

الأنبوب (1) زيادة تركيز FeCl_3 اللون بني باهت

الأنبوب (2) زيادة تركيز $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ اللون بني محمر

(3) أفسرُ أثر تغيير تراكيز المواد في موضع الاتزان وفق مبدأ لوتشاتلييه.

زيادة تراكيز المواد المتفاعلة يزيد سرعة تفاعل الأمام ويؤثر موضع الاتزان

على تكوينه من الناحية نحو العكس ويزداد تركيز أحد المواد الناتجة يزداد سرعته

تتفاعل عكس ويؤثر موضع التوازن نحو جهة اليسار أو اليمين المتفاعلة.

4. أستنتج العلاقة بين تغيير لون المحلول وتراكيز المواد في وعاء التفاعل.

زيادة تركيز المادة يغير لونها على لون المحلول.

المادة الأكثر تركيزاً يغير لونها.

الوحدة 3: الاتزان الكيميائي

بسم الله الرحمن الرحيم