الاتزان الكيميائي

دكتور عاطف خليفة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الاتـــــــــــــــــــــزان الكيميائـــــــــــــــــــــــــي

مفهوم الاتزان :-

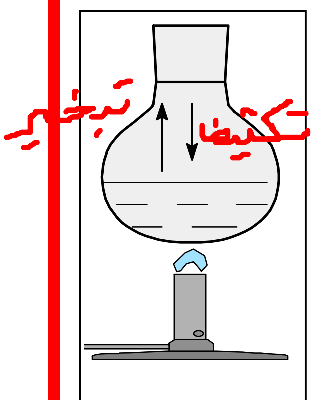
- الاتـــــــــــزان:- هو الحالة التي تكون فيها الخواص المنظورة والملموسة للمزيج ثابتة لا تتغير
- والاتـــزان نوعان :- اتزان ساكن – اتزان ديناميكي

مفهوم الاتزان الديناميكي:-

الاتزان الديناميكي (النظام المتزن):-

نظام ساكن علي المستوي المرئي وديناميكي علي المستوي غير المرئي

تجربة توضح مفهوم (النظام المتزن) الاتزان الديناميكي:-



ضع قليلا من الماء في اناء مغلق علي موقد

نلاحظ :-حدوث عمليتان متضادتان (متعاكستان) هما التبخر والتكتيف كما يلي:

1- في بداية التكثيف يكون معدل التبخير هو العمليه السائدة ويصاحبها زيادة في الضغط البخاري
2- باستمرار التسخين تستمر عملية التبخير ويزداد معدل التكثيف
3- تستمر عملية التبخير حتى يتساوى الضغط البخاري مع ضغط بخار الماء المشبع وعندها :

يصبح:- معدل التبخير = معدل التكثيف

ويكون عدد جزيئات الماء المتصاعد = عدد جزيئات الماء المتكثف

وتثبت كمية الماء في الاناء

وتحدث حالة الاتزان الديناميكي

الضغط البخاري:- هو ضغط بخار الماء في الهواء عند درجة حرارة معينة

ضغط بخار الماء المشبع:- هو اقصي ضغط لبخار الماء في الهواء عند درجة حرارة معينة

الاستنتاج:-

1- عند حالة الاتزان يكون:- سرعة التبخير = سرعة التكثيف

$$\text{ماء(سـ......ـائل)} \underset{\text{تكثيف}}{\overset{\text{تبخير}}{\rightleftharpoons}} \text{مـ..ـاء (بخـ..ـار)}$$

2- أن الوصول إلى حالة الاتزان لايعنى توقف التغير في الاتجاهين الطردى العكسي ولكن حدوثهما مستمر في كلا اتجاهين بنفس المعدل.

3- **النظام المتزن(الاتزان الديناميكي**) :- <u>نظام ساكن على المستوى المرئى وديناميكي على المستوى غير المرئى</u>

سؤال هام

1- ما المقصود بكل من :- النظام المتزن – الضغط البخاري – ضغط بخار الماء المشبع
2- اشرح تجربة توضح بها مفهوم النظام المتزن

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تصنيف (تقسيم) التفاعلات الكيميائية من حيث اتجاه التفاعل:

التفاعلات التامة	التفاعلات الانعكاسية
$A \rightarrow B$	$A \rightleftharpoons B$
• تفاعلات تسير في اتجاه واحد اتجاه تكوين النواتج • تتحول كل المتفاعلات الي نواتج • لا تستطيع النواتج ان تتحد مرة اخري مع بعضها لتعطي المتفاعلات تحت نفس الظروف • وذلك بسبب خروج احد النواتج من حيز التفاعل في صورة غاز او راسب	• تفاعلات تسير في الاتجاهين الطردي والعكسي • تفاعلات غير مكتملة • المتفاعلات والنواتج توجد باستمرار في حيز التفاعل • وذلك غالبا بسبب عدم خروج احد النواتج في صورة غاز او راسب
• **مثال: تفاعل تصاعد غاز في اناء مفتوح**:- تفاعل شريط ماغنسيوم مع HCL وتصاعد غاز الهيدروجين وخروجه من حيز التفاعل $Mg_{(s)}+2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCL_{2(aq)}+H_{2(g)}$	• مثال: تفاعل الاسترة(تكوين الاستر) تفاعل مول حمض الاسيتيك مع مول الكحول الايثيلي لتكوين مول استر اسيتات الايثيل و مول من الماء $CH_3COOH_{(l)}+C_2H_5OH_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_{5(l)}+H_2O_{(l)}$ في هذا التفاعل:- 1- التفاعل يسير في الاتجاهين الطردي والعكسي 2- الحمض والكحول والاستر والماء موجودة باستمرار في حيز التفاعل 3- لا يخرج غاز او راسب 4- حموضة الخليط بسبب وجود حمض الاسيتيك باستمرار في وسط التفاعل 5- تحمر ورقة عباد الشمس لان التفاعل انعكاسي حمض الاستيك يوجد باستمرار في حيز التفاعل
• **مثال: تفاعلات الترسيب**:- تفاعل محلول كلوريد صوديوم ومحلول نترات الفضة وتكوين راسب من كلوريد الفضة $NaCL_{(aq)}+AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)}+AgCL_{(s)}$	
• **مثال** :- **تفاعل محلول حمض قوي مع قلوي قوي** لان الماء الناتج ضعيف التاين والملح الناتج تام التاين $HCl_{(aq)}+NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)}+H_2O_{(l)}$	
• **مثال تفاعلات الانحلال الحراري في اناء مفتوح**: انحلال نترات النحاس الي اكسيد نحاس صلب وغازي الاكسيجين وثاني اكسيد النيتروجين تخرج من حيز التفاعل $2Cu(NO_3)_2 \longrightarrow 2CuO_{(s)}+4NO_{2(g)}+O_{2(g)}$	

1- تعليلات هامة: علل لما ياتي:-

1- تفاعل شريط ماغنسيوم مع حمض هيدروكلوريك تفاعل تام
2- تفاعل محلول كلوريد صوديوم مع محلول نترات فضة تفاعل تام
3- تفاعل الاسترة(حمض الخليك مع الاثانول) تفاعل انعكاسي
4- انحلال نترات النحاس تفاعل تام
5- تحمر ورقة عباد شمس عند تفاعل حمض الاسيتيك مع الايثانول رغم ان النواتج متعادلة

الحل :-

$$CH_3COOH_{(l)}+C_2H_5OH_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_{5(l)}+H_2O_{(l)}$$

لان التفاعل انعكاسي – توجد المتفاعلات والنواتج باستمرار في حيز التفاعل
لذلك حمض الاسيتيك موجود باستمرار في حيز التفاعل يحمر عباد الشمس

2- قارن بين التفاعلات التامه والتفاعلات الانعكاسية؟

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

حدوث الاتزان الكيميائي:-

A ⟷ B

1- يحدث الاتزان الكيميائي في التفاعلات الانعكاسية عندما تكون:-

معدل (سرعة) التفاعل الطردي = معدل(سرعة) التفاعل العكسي

2- الوصول الي حالة الاتزان لا يعني توقف التفاعل لكنه :-

يستمر في كلا الاتجاهين الطردي والعكسي

3-بلوغ حالة الاتزان قد يكون بطيئا او سريعا

4-يحدث الاتزان في نفس الظروف من الضغط والحرارة

5-عند الاتزان تثبت تركيزات كل من المتفاعلات والنواتج

تعريف:- الاتزان الكيميائي:-

هو نوع من انواع الاتزان الديناميكي يحدث في التفاعلات الانعكاسية عندما يتساوي معدل التفاعل الطردي مع معدل التفاعل العكسي وتثبت تركيزات كل من المتفاعلات والنواتج ويظل الاتزان قائما طالما كانت جميع المتفاعلات والنواتج موجودة في وسط التفاعل (أي لم يتصاعد غاز او يتكون راسب) ما دامت ظروف التفاعل ثابتة من الضغط ودرجة الحرارة

أو :-

هو نوع من أنواع الاتزان الديناميكي يحدث في التفاعلات الانعكاسية عندما تتساوى سرعة (معدل) التفاعل الطردى مع سرعة (معدل) التفاعل العكسي وتثبت تركيزات المتفاعلات والنواتج عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة

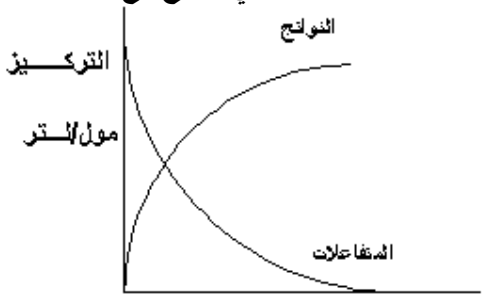
معدل التفاعل الكيميائي:-

(سرعة التفاعل الكيميائي)

هو مقدار(معدل) التغير في تركيز المتفاعلات او النواتج في وحدة الزمن

$$\text{معدل التفاعل} = \frac{\text{التغير في تركيز المتفاعلات او النواتج}}{\text{التغير في الزمن}}$$

1- بالنسبة للتفاعل التام:- يبدأ تركيز المتفاعلات من 100% حتي يصل الي الصفر
ويبدا تركيز النواتج من الصفر حتي يصل الي 100%
أي تتحول كل المتفاعلات الي نواتج مع الزمن



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

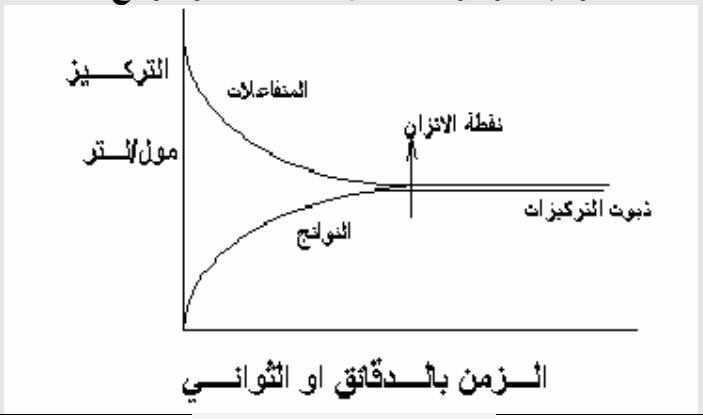
2- بالنسبة للتفاعل الانعكاسي:-

يقل تركيز المتفاعلات ويزداد تركيز النواتج حتي:
الوصول الي حالة الاتزان:-سرعة التفاعل الطردي=سرعة التفاعل العكسي

$r_2 = r_1$

$$A \underset{r_2}{\overset{r_1}{\rightleftharpoons}} B$$

يقل تركيز المتفاعلات ويزداد تركيز النواتج حتي نصل الي نقطة الاتزان
وتثبت تركيزات كل من المتفاعلات والنواتج



هل تعلم ان هناك تفاعلات:-

لحظية سريعة	بطيئة نسبيا	بطيئة جدا(شهور)	بطيئة جدا جدا(سنين)
العاب نارية و تفاعلات نووية وايونية	التساهمية/ غالبية التفاعلات العضوية مثل تكوين الصابن	صدا الحديد تفاعل مع الرطوبة	تكوين البترول

العوامل التي تؤثر في معدل التفاعل الكيميائي:-

1- طبيعة المتفاعلات
2- تركيز مواد التفاعل
3- درجة الحرارة
4- الضغط
5- الحافز
6- الضوء

1 -طبيعة المواد المتفاعلة:-

طبيعة المتفاعلات تعني: نوع الرابطة في جزيئات المتفاعلات ومساحة السطح المعرض للتفاعل

اولا:- نوع الرابطة في جزيئات المتفاعلات:-

الروابط الايونية	الروابط التساهمية
• اذاكانت الروابط في جزيئات المتفاعلات ايونية • اذن التفاعل لحظي وسريع • لانه يتم بين ايونات يتم بمجرد الخلط • مثال: الالعاب النارية و التفاعلات الايونية مثل:- $NaCL_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCL_{(s)}$	• اذا كانت الرابطة تساهمية في جزئ المتفاعلات • التفاعل بطئ نسبيا • لانه يتم بين جزيئات مع بعضها البعض • مثال: تفاعل الزيوت والدهون مع الصودا الكاوية لتكوين الصابون والجلسرين • تفاعل الاسترة وجميع التفاعلات العضوية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ثانيا : - مساحة السطح المعرض للتفاعل (تجزئة المادة):-

كلما زادت تجزئة المادة
تزداد مساحة السطح المعرض للتفاعل
تزداد سرعة التفاعل

تجربة هامة:-

1- نحضر وزنين متساويين من فلز الخارصين(الزنك)أحدهما على هيئة مسحوق والأخرى عبارة عن كتلة واحدة.
2- ضع كل وزن على حدة في أنبوبة اختبار أضف إلى كل أنبوبة حجم مساو من حمض الهيدروكلوريك المخف نفس التركيز

المشاهدة والاستنتاج:

- التفاعل فى حالة المسحوق يكون سريعا وينتهى في وقت اقل من التفاعل في حالة الكتلة الواحدة

أي انه كلما زادت تجزئة المادة زادت مساحة السطح المعرض للتفاعل كلما زادت سرعة التفاعل .

تعليلات هامة : علل لما ياتي:-

1- تفاعل محلول كلوريد الصوديوم مع محلول نترات الفضة تام ولحظي
2- تفاعل حمض الاسيتيك مع الايثانول انعكاسي وبطئ
3- يفضل استخدام المتفاعلات في صورة مسحوق؟
4- تفاعل مسحوق (تراب) الخارصين مع الأحماض أسرع من تفاعل قطعة من الخارصين؟
5- صدأ برادة الحديد أسرع من صدا قطعة من الحديد؟
6- تتفاعل برادة الحديد مع حمض الهيدروكلوريك اسرع من قطعة صلبة من الحديد

2-تركيز مواد التفاعل:

توجد نقطتان لتوضيح تأثير التركيز علي معدل التفاعل :-(كيف يؤثر التركيز في معدل التفاعل؟) :-

1- بزيادة التركيز – يزداد عدد جزيئات المتفاعلات – تزداد احتمالات التصادم بين الجزيئات – تزداد سرعة التفاعل
2- وضع العالمان (جولد برج – فاج) قانون يوضح العلاقة بين سرعة التفاعل وتركيز مواد التفاعل سميت هذا القانون (قانون فعل الكتلة) ونصه كلاتي:-

قانون فعل الكتلة :-

عند ثبوت درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل الكيميائي تناسبا طرديا مع حاصل ضرب تركيز مواد التفاعل كل مرفوع لاس يساوي عدد الجزيئات او الايونات(عدد المولات) في المعادلة الموزونة

سؤال هام:-وضح كيف يؤثر التركيز علي معدل التفاعل الكيميائي ؟

علل :- تزداد سرعة التفاعل بزيادة التركيز ؟

الاثبات الرياضي لتوضيح قانون فعل الكتلة:-

نفرض التفاعل الانعكاسي الاتي:-

$$aA + bB \underset{r_2}{\overset{r_1}{\rightleftharpoons}} cC + dD$$

حيث: r_1 = معدل (سرعة) التفاعل الطردى
r_2 = معدل (سرعة) التفاعل العكسي

$$r_1 \alpha [A]^a[B]^b$$
$$r_1 = k_1 [A]^a\{B]^b$$
$$r_2 \alpha [C]^c [D]^d$$
$$.r_2 = k_2 [C]^c [D]^d$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

عند الاتزان:-

$$r_1 = r_2$$

$$k_1 [A]^a [B]^b = k_2 [C]^c [D]^d$$

$$\frac{K1}{K2} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

$$Kc = \frac{K1}{K2} = \frac{\text{ثابت سرعة التفاعل الطردي}}{\text{ثابت سرعة التفاعل العكسي}} = \text{ثابت الاتزان}$$

$$Kc = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} = \text{ثابت الاتزان} = \frac{\text{حاصل ضرب تركيز النواتج مرفوع لاس عدد مولاته}}{\text{حاصل ضرب تركيز المتفاعلات مرفوع لاس عدد مولاته}}$$

تعريف ثابت الاتزان Kc :-

هو النسبة بين ثابت معدل التفاعل الطردي الي ثابت معدل التفاعل العكسي

او

هو النسبة بين حاصل ضرب تركيزات النواتج الى حاصل ضرب تركيزات المتفاعلات كل مرفوع لاس يساوى عدد المولات فى المعادلة الموزونة وذلك عند الاتزان

في معادلة ثابت الاتزانKc :-

إذا زاد تركيز المتفاعلات (اى من معاملات المقام)
لابد أن تزداد تركـــــيزات النواتج (يزداد البسط)
لكـــــــــــــي تظل قيمة kc ثابتة للتفاعل
والعكس صحيح

تجربة: لاثبات قانون فعل الكتلة(توضح تأثير التركيز علي معدل التفاعل) :-

إضافة محلول كلوريد الحديد III (اصفر باهت) إلى محلول ثيوسيانات الامونيوم(عديم اللون) يصبح لون الخليط احمر دموي لتكون ثيوسيانات الحديد III

$$FeCl_{3\,aq} + 3NH_4SCN_{aq} \underset{r_2}{\overset{r_1}{\rightleftharpoons}} Fe(SCN)_{3\,aq} + 3NH_4CL_{aq}$$

كلوريد امونيوم	ثيوسيانات حديد ///	ثيوسانات امونيوم	كلوريد حديد///
عديم اللون	(لون احمر دموي)	عديم اللون	(اصفر باهت)

1- إذا أضيف زيادة من كلوريد الحديدIII نجد أن : . التفاعل ينشط في الاتجاه الطردي وتزداد سرعة التفاعل الطردي لون المحلول يزداد احمرارا مما يدل على تكون المزيد من ثيوسيانات الحديد III .
2- اى أن زيادة تركيز احد المتفاعلات الداخلة في الاتزان في احد طرفالمعادلة ينتج عنة :. إزاحة (توجيه) التفاعل في الاتجاه الأخر
3- وعندما يتساوى معدل التفاعل الطردى (r_1) مع معدل التفاعل العكسي (r_2) فان التفاعل يكون قد وصل إلى حالة الاتزان :

$$r_1 \alpha [Fecl3] [NH4SCN]^3$$
$$r_1 = k_1 [FeCl3] [NH4SCN]^3$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$r_2 \alpha [NH4CL]^3 [Fe(SCN)3]$$
$$r_2 = k_2 [NH4CL]^3 [Fe(SCN)3]$$

عند الاتزان :-

$$r_1 = r_2$$
$$k_1[FeCl_3] [NH_4SCN]^3 = k_2 [NH_4CL]^3 [Fe(SCN)_3]$$
$$\frac{K1}{K2} = \frac{[Fe(SCN)3] [NH4CL]^3}{[FeCL3] [NH4SCN]^3} = K_C$$
$$Kc = \frac{[Fe(SCN)3] [NH4CL]^3}{[FeCl_3] [NH_4SCN]^3}$$

عند إضافة المزيد من $FeCl_3$ (يزداد المقام) لابد أن يزداد البسط (يزداد اللون الأحمر) حتى تظل قيمة kcثابتة

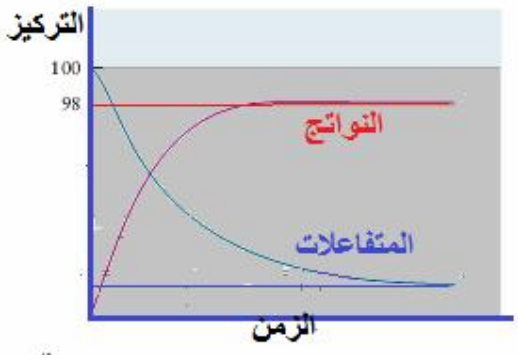
دلالة قيمة ثابت الاتزانKc:-

1- اذا كانت قيمة ثابت الاتزانKc اكبر من الواحد الصحيح $1< KC$

تعنى أن : تركيز النواتج في البسط اكبر من تركيز المتفاعلات في المقام

مما يعنى أن التفاعل يسير في الاتجاه الطردى والذي يزيد من تركيز النواتج (الاتجاه الطردي هو السائد)

اى أن التفاعل يسير بشكل جيد تجاه النواتج



مثال:-

$$H_2 + CL_2 \rightleftharpoons 2HCL \qquad KC=4.04\times10^{32}$$

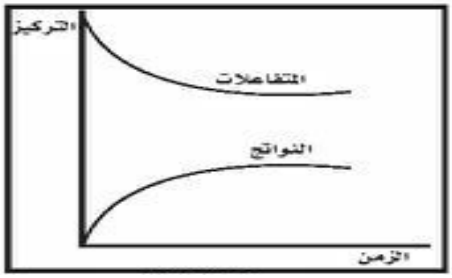
قيمة KC اكبر من الواحد الاتجاه الطردي هو السائد يتكونHCL ويقل تفككه

2- أذا كانت قيمة ثابت الاتزان KC صغيرة (اقل من الواحد الصحيح) $1 >KC$

تعنى أن : تركيز النواتج اقل من تركيز المتفاعلات في المقام

وهذا يعنى أن التفاعل يسير في الاتجاه العكسي (الاتجاه العكسي هو السائد)

ويكون التفاعل العكسي له دور فعال والتفاعل لايسير بشكل جيد تجاه النواتج .



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مثال :-

$$AgCL_{(S)} \rightleftharpoons Ag^{+} + CL^{-} \qquad KC = 1.7\times10^{-10}$$

قيمة KC تدل علي عدم ذوبانية كلوريد الفضة في الماء (الاتجاه العكسي هو السائد)

3- إذا كانت قيمة ثابت الاتزان kc تقترب من الواحد الصحيح

فهذا يدل على أن التفاعل يحتوى على كميات متقاربة من المتفاعلات والنواتج

4 - لا يكتب تركيز الماء كمذيب او الماء السائل النقي ولا المواد الصلبة ولا الرواسب في حساب KC

حيث ان : - المواد الصلبة تعتبر ذات تركيزات ثابتة مهما اختلفت كميتها .

- كذلك يعتبر تركيز الماء أو المذيب بوجه عام ثابت لان قيمته لا تتغير بدرجة ملموسة

امثلة لحساب ثابت الاتزان وتأثير التركيز علي تفاعل متزن:

مثـــــــال: احسب قيمة ثابت الاتزان kc عند $100^{o}C$ للتفاعل

$$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$$

اذا علمت ان التركيزات عند الاتزان هي [NO2]=0.017, [N2O4]=0.002 مولر

الحل :- عند الاتزان

$$2\,NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$$

0.017 مولر 0.002 مولر

$$Kc = \frac{[N2O4]}{[NO2]^2} = \frac{[\,0.002\,]}{[\,0.017\,]^2} = 6.92$$

مثـــــــال:- اوجد قيمة ثابت الاتزان للتفاعل

$$2CH_{4(g)} \rightleftharpoons C_2H_{2(g)} + 3H_{2(g)}$$

اذا كانت التركيزات عند الاتزان هي:- [CH4]=0.02,[C2H2]=0.05 ,[H2]=0.143

الحل

$$2\,CH_{4(g)} \rightleftharpoons C_2H_{2(g)} + 3\,H_{2(g)}$$

مولر 0.02 0.05 0.143

$$Kc = \frac{[C2H2]\,[H2]^3}{[CH4]^2} = \frac{[0.05]\,[0.143]^3}{[0.02]^2} = 0.37$$

مثـــــــال هام:- في التفاعل المتزن الاتي:-

$$2\,NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2\,NO_{2(g)}$$

احسب تركيز الاكسيجين لكي يتساوي تركيز ثاني اكسيد النيتروجين مع تركيز اكسيد النيتروز علما بان ثابت الاتزان $Kc = 5\times10^{5}$

الحل

$$2\,NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2\,NO_{2(g)}$$

x مولر مجهول xمولر

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

$$5\times10^{5} = \frac{[\,x\,]^2}{[\,x\,]^2[\,O_2\,]}$$

$$[\,O_2\,] = 2\times10^{-6}\ molar$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

سؤال هام: اكتب معادلة ثابت الاتزان Kc لكل من التفاعلات الاتية:-

$$CH_3COOH_{(l)}+C_2H_5OH_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_{5(l)}+H_2O_{(l)}$$

$$CH_3COOH_{(aq)}+C_2H_5OH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_{5(aq)}+H_2O_{(l)}$$

$$CH_3COOC_2H_{5(aq)}+H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COOH_{(aq)}+C_2H_5OH_{(aq)}$$

مثـــــــــال:- في وعاء حجمه 2 لتر حدث التفاعل المتزن الاتي:-

$$2\,FeBr_{2(s)}+Br_2 \rightleftharpoons 2\,FeBr_{3(s)}$$

وجد ان كمية البروم= 8 مول احسب ثابت الاتزانKc

الحـــــل :-

التركيز = عدد المولات ÷ الحجم باللتر

$[Br_2]$ = 8 ÷ 2 = 4 مولر

$$Kc = \frac{1}{[Br2]} = \frac{1}{4} = 0.25$$

لاحظ ان المواد الصلبة لايكتب تركيزها في معادلة ثابت الاتزان لانها ذو تركيز ثابت لا يتغير

مثـــــــــال :- **في التفاعل المتزن الاتي**:

$$FeCl_{3\,aq} + 3NH_4SCN_{aq} \underset{r_2}{\overset{r_1}{\rightleftharpoons}} Fe(SCN)_{3\,aq} + 3NH_4CL_{aq}$$

لون احمر دموي

ما تأثير كل مما ياتي علي اللون الاحمر الدموي:

1-اضافة المزيد من من كلوريد الحديد/// 2- اضافة المزيد من كلوريد الامونيوم

الحـــــــــل

$$FeCl_{3\,aq} + 3NH_4SCN_{aq} \underset{r_2}{\overset{r_1}{\rightleftharpoons}} Fe(SCN)_{3\,aq} + 3NH_4CL_{aq}$$

اضافة المزيد من كلوريد حديد///	اضافة المزيد من كلوريد الامونيوم
• ينشط التفاعل في الاتجاه الذي يقلل كلوريد الحديد///	• ينشط التفاعل في الاتجاه الذي يقلل كلوريد الامونيوم
• ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي	• ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي
• تزداد سرعة التفاعل الطردي	• تزداد سرعة التفاعل العكسي
• يزداد الون الاحمر الدموي	• يقل اللون الاحمر الدموي

مثال: **في التفاعل المتزن الاتي**:-

$$CH_3COOH_{(l)}+C_2H_5OH_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_{5(l)}+H_2O_{(l)}$$

ما تأثير كل ما ياتي علي تكوين الاستر:-

1- اضافة الماء 2- اضافة حمض كبريتيك مركز (نازع للماء) 3- اضافة هيدروكسيد صوديوم

4- اضافة المزيد من الكحول 5- اكتب معادلة ثابت الاتزان Kc

مثال:**في التفاعل المتزن الاتي**:-

$$CO_{2(g)}+H_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)}+H_2O_{(v)}$$

ما تاثير كل ما ياتي علي تركيز الهيدروجين :-1- اضافة المزيد من بخار الماء 2 - اضافةCO2

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3 -درجـــــــــــة الحـــــــــــــرارة:-

تاثير درجة الحرارة علي سرعة التفاعل(كيف تؤثر درجة الحرارة علي معدل التفاعل؟)

يتم ذلك في ضوء نظرية التصادم بين الجزيئات:.

1- يشترط لحدوث التفاعل الكيميائي أن تتصادم جزيئات المتفاعلات ذات السرعات العالية جدا فقط
2- وذلك لان طاقتها العالية (طاقة الحركة) تمكنها من كسر الروابط بين جزيئتها فيحدث التفاعل
3- على ذلك لابد أن يمتلك الجزيء الحد الأدنى من الطاقة الحركية لكي يتفاعل عند الاصطدام وتسمى طاقة التنشيط

4- **طاقة التنشيط** : هي الحد الأدنى من الطاقة الحركية التي يجب أن يمتلكها الجزيء لكي يأ التفاعل عند الاصطدام

الاستنتاج :- من النظرية نستنتج انه برفع درجة الحرارة (تأثير درجة الحرارة) :

1- تزداد طاقة التنشيط وتزداد طاقة الحركة وتزداد سرعة الجزيئات
2- يزيد عدد الجزيئات المنشطة

الجزيئات المنشطة:- هي الجزيئات التي تملك طاقة حركية مساوية لطاقة التنشيط أو تفوقها

3- تزداد احتمالات التصادم بين الجزيئات العالية السرعة وتتمكن من كسر الروابط وتكوين روابط جديدة
4- تزداد سرعة التفاعل الكيميائي

ملاحظـــــــــــات هامـــــــــــة

برفع درجة الحرارة تزداد سرعة التفاعل الكيميائي
كثير من التفاعلات تتضاعف سرعتها برفع درجة الحرارة عشرة درجات مئوية

بعض المشـــــــــــــــــــــــــــاهدات :-

1- تحفظ المواد الغذائية صيفا في الثلاجات (علل)
لان ذلك يبطء من سرعة تفاعلات التحلل التي تحث فيها وتفسدها حيث تقل درجة الحرارة وتقل سرعة التحلل
2- تستخدم اوانى الطهي من البرستو" اوانى الضغط" (علل)
للحصول على درجة حرارة عاليه لأحداث التفاعلات اللازمة لطهي الطعام بسرعة كبيرة في وقت قصير

- التفاعلات الحرارية و تاثير درجة الحرارة:-

التفاعلات الطاردة للحرارة	التفاعلات الماصة للحرارة
$A \leftrightarrow B\ ,\ \Delta H = -$ $A \rightleftharpoons B + \text{حرارة}$	$A \leftrightarrow B\ ,\ \Delta H = +$ $A + \text{حرارة} \rightleftharpoons B$
1-برفع درجة الحرارة(التسخين):- ينشط التفاعل في الاتجاه الذي يقلل الحرارة ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي تزداد سرعة التفاعل العكسي تقل النواتج 2-بتقليل درجة الحرارة(التبريد):- ينشط التفاعل في الاتجاه الذي يزيد الحرارة ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي تزداد سرعة التفاعل الطردي تزداد النواتج	1-برفع الحرارة(التسخين):- ينشط التفاعل في الاتجاه الذي يقلل الحرارة ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي تزداد سرعة التفاعل الطردي تزداد النواتج 2 –عند التبريد(تقليل الحرارة):- ينشط التفاعل في الاتجاه الذي يزيد الحرارة ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي تزداد سرعة التفاعل العكسي تقل النواتج

امثلة لتوضيح تأثير الحرارة علي تفاعل متزن:

مثال ما اثر الحرارة (التسخين والتبريد) علي تفكك كل مما ياتي:-

$$SO3 \rightleftharpoons SO2 + 1/2O2\ ,\ \Delta H = +$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الحـــــــــــــــل

$$SO3 \rightleftharpoons SO2+1/2O2 \ , \Delta H= +$$

$$SO3+\text{حرارة} \rightleftharpoons SO2+1/2O2$$

عند التسخين(رفع الحرارة)	عند التبريد(تقليل الحرارة)
ينشط التفاعل في الاتجاه الذي يقلل الحرارة ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي تزداد سرعة التفاعل الطردي يزداد التفكك	ينشط التفاعل في الاتجاه الي يزيد الحرارة ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي تزداد سرعة التفاعل العكسي يقل التفكك

مثال في تفاعل هابر تكوين النشادر من عنصريه وضح تأثير الحرارة علي النشادر في حالة الاتزان الاتية:

$$N2+3H2 \rightleftharpoons 2NH3, \Delta H= -$$

الحـــــــــــــــل

$$N2+3H2 \rightleftharpoons 2NH3, \Delta H= -$$

$$N2+3H2 \rightleftharpoons 2NH3+\text{حرارة}$$

عند التسخين(رفع الحرارة)	عند التبريد(تقليل الحرارة)
ينشط التفاعل في الاتجاه الذي يقلل الحرارة ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي تزداد سرعة التفاعل العكسي يقل النشادر	ينشط التفاعل في الاتجاه الي يزيد الحرارة ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي تزداد سرعة التفاعل الطردي يزداد النشادر

سؤال:1- ما اثر زيادة الحرارة علي نسبة التفكك في التفاعلات الاتية:

$$2NO \rightleftharpoons N2+O2, \Delta H= -$$

$$N2H4 \rightleftharpoons N2+H2, \Delta H= -$$

2- ما اثر الحرارة علي تكوين ثاني اكسيد النيتروجين في التفاعل المتزن:-

$$N2O4 \rightleftharpoons 2\ NO2, \Delta H= +$$

العلاقة بين درجة الحرارة وقيمة Kc في التفاعلات الحرارية:-

- تؤثر درجة الحرارة في قيمة ثابت الاتزان
- فهي العامل الوحيد الذي يغير في قيمة Kc بالزيادة او النقصان
- ويمكن من التناسب (الطردي او العكسي) بين درجة الحرارة وقيمةKc معرفةنوع التفاعل ماص ام طارد للحرارة

التفاعلات الطاردة للحرارة	التفاعلات الماصة للحرارة
$A \rightleftharpoons B, \Delta H= -$ $A \rightleftharpoons B + \text{حرارة}$ قيمة Kc تتناسب عكسيا مع درجة الحرارة تزداد قيمةKc كلما تقل الحرارة وتقل قيمةKc كلما تزداد الحرارة	$A \rightleftharpoons B, \Delta H= +$ $A + \text{حرارة} \rightleftharpoons B$ قيمة Kc تتناسب طرديا مع درجة الحرارة تزداد قيمةKc كلما تزداد الحرارة وتقل قيمةKc كلما تقل الحرارة

مثـــــــــال: للتفاعل الاتي قيمتان لثابت الاتزان عند درجتي حرارة مختلفتين:

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$$

Kc= 67 عند درجة حرارة 850درجة مئوية

Kc= 50 عند درجة حرارة 448 درجة مئوية

هل التفاعل طارد او ماص للحرارة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الحـــل

قيمة Kc	درجة الحرارة
67	850
50	448

قيمة Kc تقل كلما تقل درجة الحرارة
اذن قيمةKc تتناسب تناسبا طرديا مع الحرارة
اذن التفاعل ماص للحرارة

$$H_2+I_2 \rightleftharpoons 2HI, \Delta H= +$$

تجربة لتوضيح تاثير درجة الحرارة علي تفاعل متزن:-

1- احضر دورق زجاجي به غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO2 لونه بني محمر ضعة في كاس به ماء مثلج (مخلوط مبرد)

المشاهدة : نلاحظ أن اللون يخف تدريجيا حتى يصفر ثم يزول اللون

2- اخرج الدورق من المخروط البارد ثم اتركه ليعود لدرجة حرارة الغرفة

المشاهدة : نلاحظ أن اللون البني المحمر يبدأ في الظهور ويعود كما كان

3- ضع الدورق في كاس به ماء ساخن

المشاهدة : نلاحظ أن لون الغاز في الدورق يتحول إلى بني غامق

4- معادلة الاتزان:

$$\underset{\text{بني محمر}}{2NO_{2(g)}} \underset{\text{تسخين}}{\overset{\text{تبريد}}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{عديم اللون}}{N_2O_{4(g)}} + \text{حرارة}$$

الاستنتاج من التجربة السابقة :

إن إزاحة (امتصاص) الحرارة من تفاعل متزن طارد للحرارة ينتج عنه سير التفاعل في الاتجاه الطردى وتزداد سرعة التفاعل الطردى(الذي ينتج عنه حرارة)

ســؤال: علل

1- يختفي اللون البني المحمر لثاني أكسيد النيتروجين عند وضعة في ماء بارد(مخلوط مبرد)
2- يزداد اللون البني المحمر لثاني أكسيد النيتروجين عند وضعة في ماء ساخن
3- غالبية التفاعلات الكيميائية تحتاج الي تسخين عند بدء التفاعل

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4-تأثيـــــــــــــــر الضغـــــــــــــــط:-

1-الضغط يؤثر فقط في:-

* الانظمة الغازية
* عدد مولات (حجوم المتفاعلات) لا يساوي عدد مولات (حجوم النواتج)
* في أي نظام مغلق وعند درجة حرارة ثابتة لا يحدث أي تغيير في تركيزات خليط التفاعل لكن التغيير في الضغط هو الذي يؤثر في اتزان التفاعل ويخل به

لذلك يعبر عن تركيزات المتفاعلات والنواتج بالضغط الجزئي للغاز وليس التركيز المولاري

2-لا يؤثر الضغط اذا كان:

عدد مولات(حجوم) المتفاعلات = عدد مولات (حجوم) النواتج

لا يؤثر الضغط علي كميات المتفاعلات او النواتج ويبقي موضع الاتزان ثابتا ولا يتغير ثابت الاتزان

مثال: وضح تاثير الضغط علي التفاعل الاتي:-

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$$

2مول(حجم) 2مول(2حجم)

عدد مولات(حجوم) المتفاعلات = عدد مولات(حجوم) النواتج

اذن لا يؤثر الضغط

3-تاثير الضغط:- تأثير الضغط يكون دائما ضد الحجم

ا- زيادة الضغط(تقليل حجم اناء التفاعل) ينشط التفاعل في اتجاه الحجم(عدد المولات) الاقل

ب- تقليل الضغط(زيادة حجم الاناء) ينشط التفاعل في اتجاه الحجم(عدد المولات) الاكبر

4-حساب قيمة ثابت الاتزان Kp في الانظمة الغازية:- يتم ذلك بدلالة الضغوط الجزئية للمتفاعلات والنواتج وهو ادق من قيمة Kc

5- كما في هذه الحالة Kc فان قيمة Kp للتفاعل لا تتغير بتغيير الضغوط الجزئية للغازات المتفاعلة والناتجة في نفس درجة الحرارة ويكون :-

الضغط الكلي للتفاعل :- هو مجموع الضغوط الجزئية لغازات التفاعل والمرتبطة بعدد مولات كل غاز

مثال :- **في النظام الغازي الاتي**:-

$$aA_{(g)} + bB_{(g)} \underset{r_2}{\overset{r_1}{\rightleftharpoons}} cC_{(g)} + dD_{(g)}$$

$$Kp = \frac{P_C^c \times P_D^d}{P_A^a \times P_B^b} = \frac{\text{حاصل ضرب ضغوط النواتج مرفوع لاس عدد مولاتها}}{\text{حاصل ضرب ضغوط المتفاعلات مرفوع لاس عدد مولاتها}}$$

مثـــــــــال: في تفاعل هابر تكوين النشادر من عنصريه وضح تاثير الضغط علي التفاعل المتزن الاتي واوجد معادلة ثابت الاتزان Kp (التفاعل طارد للحرارة):-

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

الحـــــــــــــــــل

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

1- بزيادة الضغط .:

ينشط التفاعل في اتجاةالحجم الأقل (عدد المولات الأقل)

ينشط التفاعل في الاتجاه الطردى

تزداد سرعة التفاعل الطردي لذلك يزداد معدل تكوين النشادر

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2- تقليل الضغط :.

ينشط التفاعل في اتجاةالحجم الأكبر (عدد المولات الأكبر)

ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي

تزداد سرعة التفاعل العكسي

لذلك يزداد معدل تحلل النشادر ويزداد تكوين كل من النيتروجين والهيدروجين

3- حساب قيمة ثابت الاتزان :

$$Kp = \frac{P^2_{NH3}}{P_{N2} \times P^3_{H2}}$$

علل لما ياتي:

1- يزداد معدل تكوين النشادر من عنصرين برفع الضغط والتبريد

2- في تفاعل هابر بوش نستخدم ضغط عالي 200ضغط جوى

3- في تفاعل هابر بوش لابد من التسخين عند 500درجة مئوية عند بداية التفاعل

4- تستخدم اواني الضغط البرستو لطهي الطعام

5- تفسد الاطعمة صيفا (توضع الاطعمة في الثلاجات صيفا)

امثلـــــــــــــــة محلولـــــــــــــــة:-

مثال :- احسب قيمة ثابت الاتزانKp للتفاعل المتزن الاتي:-

$$2SO_2(g)+O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$$

اذا كانت الضغوط الجزئية عند الاتزان هي

SO3	SO2	O2
0.25 ض جو	0.5 ض جو	0.16 ض جو

الحل:- نعوض بالضغوط في القانون الاتي:-

$$K_p = \frac{P^2_{SO3}}{P^2_{SO2} \times P_{O2}} = \frac{[0.25]^2}{[0.5]^2[0.16]} = 1.56$$

مسالة:-

في التفاعل المتزن الاتي:

$$N_2(g) + 3\,H_2(g) \rightleftharpoons 2\,NH_3(g)$$

كانت الضغوط الجزئية النيتروجين 3 ض جو والهيدروجين 2 ض جو

وقيمة ثابت الاتزان Kp =0.1666

احسب قيمة الضغط الجزئي للنشادر عند الاتزان؟

العوامل التي تؤثر في تفاعل كيميائي متزن:

1- التركيز 2- درجة الحرارة 3-الضغط

قاعـــــــــدة لوشاتيليـــــــــــه:-

إذا حدث تغير في احد العوامل المؤثرة على نظام في حالة اتزان (مثل التركيز والضغط ودرجة الحرارة) فأن النظام ينشط في الاتجاه الذي يقلل او يلغى تأثير هذا التغير

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5-تأثير العوامل الحفازة (الحافز) (العامل المساعد):-

العامل الحفاز(العامل المساعد)(الحافز):-

مادة يلزم منها القليل تغير من معدل التفاعل الكيميائى دون ان تتغير او تغير من موضع الاتزان

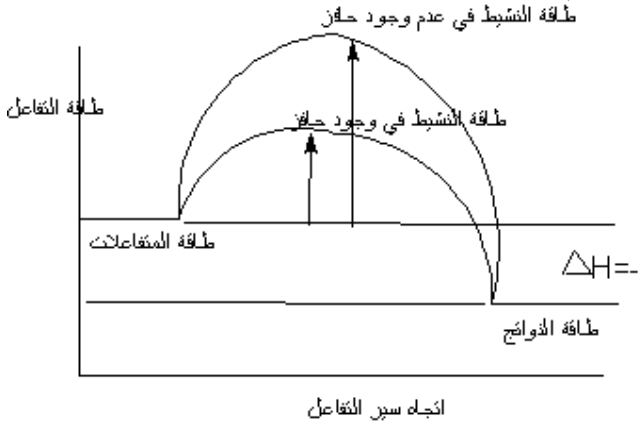
انواع الحافز:-

فلزات او اكاسيدها او مركباتها وكذلك الانزيمات

الانزيمات: - هي جزيئات من البروتين تتكون في الخلايا الحية تعمل كعوامل حفز للعمليات الحيوية البيولوجية والصناعية

خصائص الحافز ومميزاته:-

1- الحافز تخصصي:- أي لكل تفاعل حافز خاص به (مثال تخصصية الانزيمات)
2- الحافز يقلل طاقة التنشيط:- أي يوفر الطاقة يزيد من سرعة التفاعل دون الحاجه لرفع الحرارة



3- الحافز لايؤثر علي حالة الاتزان ولا علي قيمة ثابت الاتزان ولكن يوصلنا الي حالة الاتزان بسرعة(علل)
السبب:-
أ- لان الحافز لا يؤثر علي تركيزات المتفاعلات والنواتج في حالة الاتزان ولكن يؤثر فقط في طاقة التنشيط مما يزيد السرعة وتعتمد قيمة ثابت الاتزان علي تركيزات المتفاعلات والنواتج وليس علي تركيز الحافز
ب- الحافز يزيد من سرعة التفاعل الطردي وسرعة التفاعل العكسي بنفس النسبة أي يوصلنا الي حالة الاتزان بسرعة

امثلة لاستخدامات الحفازات:-

1-تستخدم في العمليات الصناعية(الاسمدة- البتروكيميائيات- الاغذية)
2- توضع في المحولات الحفزية في شكمانات السيارات (علل) لتحويل غازات الاحتراق الملوثة للجو الي نواتج آمنة يمكن التخلص منها
3- الانزيمات تعمل كعوامل حفز في العمليات البيولوجية والصناعية

6-تأثير الضوء:-

تتأثر بعض التفاعلات الكيميائية بالضوء

1- التمثيل (البناء) الضوئي :
- يقوم الكلوروفيل في النبات بامتصاص الضوء في وجود CO_2 و H_2O لتكوين الكربوهيدرات (السكريات).

2- أفلام التصوير :. (عملية تاكسد واختزال في وجود الضوء)
تحتوى على بروميد الفضة AgBr في طبقة جلاتينية وعند سقوط الضوء عليها :. يحدث اكسدة واختزال
أ) يفقد ايون البروميد Br^- إلكترون يحدث له اكسدة
ب) يكتسب ايون الفضة Ag^+ الإلكترون يحدث له اختزال ويتحول إلى فضة تترسب

$$Ag^+ + e \longrightarrow Ag$$

تزداد كمية الفضة المرسبة بزيادة شدة الإضاءة
ويمتص البروم Br_2 في الطبقة الجلاتينية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

سؤال هام

اذا كانت قيمة ثابت الاتزان كما يلي اكتب التفاعلات الدالة علي ذلك:-

$$Kc = \frac{[C2H2][H2]^3}{[CH4]^2}$$

$$Kc = \frac{[CH3COOH][C3H5OH]}{[CH3CHOOC2H5]}$$

$$Kc = \frac{[H3O^+][A^-]}{[HA]}$$

$$Kp = \frac{P_{PCL3} \times P_{CL2}}{P_{PCL5}}$$

عبقريات الكيمياء

دكتور عاطف خليفة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com