

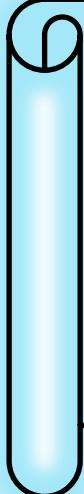
كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الاولى



١



المادة : كيمياء عامة ٢

المحاضرة : اثنانة/نظري/

{{{ A to Z مكتبة }}}}

Maktabat A to Z Facebook Group

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

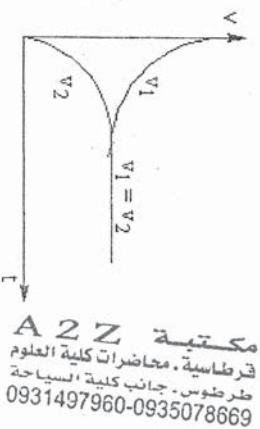


النهاية

التوازن الكيميائي CHEMICAL EQUALIBRIUM

فإذا مزج مول واحد من الأزوت مع ثلاثة مولات من الهيدروجين، ووضعت الجبلة في شرط ملائمة لسير التفاعل، فيعد زمن معين تبين نتائج التحاليل أن الجبلة لا تحتوي فقط على الشثار (ناتج التفاعل)، وإنما تحتوي أيضاً على الأزوت والهيدروجين. لو استخدمنا الأن في الشرط نفسه الشثار كمادة أولية عوضاً عن هزيج الأزوت والهيدروجين لوحظنا أن قسمها من الشثار يتفق إلى أزوت وهميوجين. علماً أن النسبة النهاية بين كميات المول الثلاث تبقى كما كانت عليه عند البدء بمزج الأزوت والهيدروجين.

يبين الشكل (١-٣) تغير سرع كل من التفاعلين المباشر والعكسي بذلة الرزمن. ففي لحظة البدء عند مزج المول الأولية تكون سرعة التفاعل المباشر كبيرة (١٠٪)، أما سرعة التفاعل العكسي (٢٪) ف تكون متساوية للصفر.



الشكل (١-٣): تغير سرعه التفاعل المباشر (١٪) والعكسي (٢٪) للتفاعل بذلة الرزمن

وتحتها يجري التفاعل تستهلك الماء الأولية وتختفي من تركيزها، وهذا يعود إلى إنفصال سرعة التفاعل المباشر، وبنفس الوقت تذهب سرعة التفاعل إلى التوازير، وبالتالي فإن التفاعل يجري في اتجاه واحد فقط، ويشمل له بيته واحد يدل على اتجاه سير التفاعل، ومن أمثلة هذه التفاعلات تفاعل التوازير مع حمض الأزوت المركب:



فعد وجود كمية كبيرة من حمض الأزوت، نجد أن التفاعل يتوقف فقط عندما تتحول التوازير بشكل كامل، عدا عن ذلك فإن إسارة غاز NO_2 خلال محلول تترات التوازير لا يؤدي إلى تشكيل التوازير ومحض الأزوت أي لا يستطيع التفاعل أن يجري في الأتجاه المعكوس، لذلك يقال عنه بأنه لا يعكس.

بـ- تفاعلات عكسية: وهي التفاعلات التي لا تجري حتى النهاية، إذ لا يتم الاستهلاك التام لأي من المواد المتقدمة، وهذا يرتبط بكون التفاعل المحکوس يمكنه أن يجري في كلا الإتجاهين المباشر والمعكوس، وأشار إليه بسمهين متعاكسيين، ومن أمثلة هذه التفاعلات تفاعل تشكيل الشثار:



يعنى التوازن الكيميائي بالتوزن الكيميائي ذلك بأنه أثناء التوازن يجري كل من التفاعلين المباشر والمعكوس، إنما بنفس السرعة، الأمر الذي لا يودي إلى تغيرات ملحوظة في الجبلة.

هذا ومن الجدير ذكره أن التوازن الكيميائي يثبت بدعى ثابت التوازن، فمن أجل تفاعل مسـنـاـ في حيز منطق، أما إذا كان أحد النواتج على الأقل صلـباـ فـثـابـتـ التـوازنـ مـسـبـبـ، لأنـ المركـبـ الصـلـبـ يـرسـبـ، وـبـالـاتـالـيـ يـخـرـجـ منـ حـيـزـ التـفـاعـلـ. وـعـلـىـ هـذـاـ فـلـانـ قـانـونـ ثـابـتـ تـكـثـيبـ سـرـعـةـ التـفـاعـلـ عـلـىـ الـمـبـاـشـرـ بـالـشـكـلـ:



ثـابـتـ التـفـاعـلـ يـطـبـقـ عـلـىـ التـفـاعـلـاتـ المـتـجـدـلـةـ، أـمـاـ بـالـسـيـبـةـ لـالتـفـاعـلـاتـ غـيرـ المـتـجـدـلـةـ فـأـمـرـ يـخـتـافـ، إـنـ الـمـوـادـ الصـلـبـةـ لـاـ تـكـثـيـرـ هـاـ فـيـ الـقـانـونـ لأـهـ لـاـ يـشـرـكـ مـنـهـاـ فـيـ التـفـاعـلـ سـوـىـ الـجـزـيـرـاتـ السـطـحـيـةـ فـيـ الـسـيـبـةـ لـتـفـاعـلـ اـخـرـاقـ الـقـحـمـ:



يـعـطـيـ ثـابـتـ التـوازنـ بـالـشـكـلـ:

$$K_c = \frac{[CO_2]}{[O_2]}$$

تطـبـيقـ (1): منـ أـجـلـ تـفـاعـلـ تـكـثـيـرـ يـوـدـ الـهـيـدـرـوجـينـ:



يـعـطـيـ ثـابـتـ التـوازنـ بـالـشـكـلـ:

$$(k_c)_r = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2}$$

تطـبـيقـ (2): منـ أـجـلـ تـفـاعـلـ الـكـلـورـ معـ الـهـيـدـرـوجـينـ:



يـعـطـيـ ثـابـتـ التـوازنـ بـالـشـكـلـ:

$$(K_c)_r = \frac{[HCl]^2}{[H_2][Cl_2]}$$

ثـابـتـ التـوازنـ مـسـبـبـ:

3 - 2 أـشـكـالـ ثـابـتـ التـوازنـ

K_p ثـابـتـ التـوازنـ بـدـلـالـةـ الضـغـطـ

ثـابـتـ التـوازنـ بـدـلـالـةـ الضـغـطـ كـنـاـ قدـ رـأـيـناـ فـيـ الـقـرـفـ السـلـالـيـةـ الـقـانـونـ الذـيـ يـعـطـيـ قـيـمةـ ثـابـتـ التـوازنـ بـدـلـالـةـ الضـغـطـ عـنـهـ الشـرـكـيـرـ، وـشـبـرـ هـاـ إـلـيـ أـلـهـ لـاـ يـخـتـافـ شـكـلـ قـانـونـ ثـابـتـ التـوازنـ بـدـلـالـةـ الضـغـطـ عـنـهـ بـدـلـالـةـ التـرـكـيـرـ، فـالـضـغـطـ يـرـتـبـطـ بـالـتـرـكـيـرـ وـفقـ الـعـلـاقـةـ:

ويـدـعـيـ هـذـهـ الـقـانـونـ بـقـانـونـ ثـابـتـ التـوازنـ. وـمـنـ أـجـلـ تـفـاعـلـ عـلـىـ لـهـ الشـكـلـ:

هـذـهـ وـيـنـصـفـ التـوازنـ الـكـيـمـيـيـ يـثـابـتـ بـدـعـيـ ثـابـتـ التـوازنـ، فـمـنـ أـجـلـ تـفـاعـلـ مـسـنـ الشـكـلـ:



ثـابـتـ سـرـعـةـ التـفـاعـلـ عـلـىـ الـمـبـاـشـرـ بـالـشـكـلـ:

$$v_1 = k_1[A][B]$$

وـسـرـعـةـ التـفـاعـلـ الـعـكـسـيـ:

$$v_2 = k_2[C][D]$$

وـفـيـ وـضـعـ التـوازنـ يـكـوـنـ سـرـعـةـ التـفـاعـلـ الـمـبـاـشـرـ مـسـلـوـيـةـ لـسـرـعـةـ التـفـاعـلـ الـعـكـسـيـ أيـ $v_2 = v_1$ بـالـتـالـيـ:

$$k_1[A][B] = k_2[C][D]$$

أـوـ:

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

وـلـمـاـ كـانـ k_1 وـ k_2 ثـوابـتـ مـنـ أـجـلـ تـفـاعـلـ مـعـيـنـ فـإـنـ السـيـبـةـ بـيـنـهـاـ $K_c = K_p / k_1 / k_2$ ثـابـتـةـ؛

إـنـ دـعـيـ K_c ثـابـتـ التـوازنـ بـدـلـالـةـ التـرـكـيـرـ وـقـيـمةـ ثـابـتـةـ مـنـ أـجـلـ درـجـةـ حرـارـةـ ثـابـتـةـ.

$$(K_c)_r = \frac{[C][D]}{[A][B]} \quad (1.3)$$

ثـابـتـ التـوازنـ مـسـبـبـ:



ثـابـتـ التـوازنـ الشـكـلـ التـالـيـ:

$$(K_c)_r = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad (2.3)$$

وـيـدـعـيـ هـذـهـ الـقـانـونـ بـقـانـونـ ثـابـتـ التـوازنـ. وـمـنـ أـجـلـ تـفـاعـلـ عـلـىـ لـهـ الشـكـلـ:

وبالتالي فإن العلاقة السابقة تؤول إلى الشكل:

$$P_i = \frac{n_i}{V} \cdot RT \quad (3.3)$$

$$K_c = K_p (RT)^{-\Delta \mu} \quad (5.3)$$

$$C_i = \frac{n_i}{V} \quad (2.3)$$

11

$$P_i = C_i \cdot RT \Rightarrow C_i = \frac{P_i}{RT}$$

١. ينجب بابت التوازن المتعادل الاتي:

من هنا
التفاعل:

مكسينة **A Z Z** قرطاسية . محاضرات كلية العلوم طرد موس - جانب كليه اسيوط 0931497960-0935078869

3-2-2- علاقة ثابت التوازن K بالضغط الكلي

هي التي تجمع الجري بالمنزل

إذا يمثل P الضغط الجزئي المكون، و X الكسر المولى للمكون A ، و $P_{\text{المix}} = P$

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

فإن الضخوط الجزئية هي:

$$K_c = \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b} (RT)^{(a+b)-(c+d)}$$

$$K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} = \left(\frac{P_c}{RT} \right)^c \left(\frac{P_d}{RT} \right)^d$$

ويالتعويض في علاقه ثابت التوازن بدلاً من التراكيز نجد:

بيان تراكيز المواد هي التالية:

$$[B] = \frac{P_B}{RT} \quad , \quad [A] = \frac{P_A}{RT}$$

$$[D] = \frac{P_D}{RT} \quad , \quad [C] = \frac{P_C}{RT}$$

卷之三

$$K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} = \left(\frac{\frac{P_c}{RT}}{\frac{P_a}{RT}} \right)^a \left(\frac{\frac{P_d}{RT}}{\frac{P_b}{RT}} \right)^b$$

$$K_c = \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^u \cdot P_B^b} (RT)^{(a+b)-(c+d)}$$

والتسبة $P_{C,D}^0 / P_{A,B}^0$ تسمى ثابت التوازن بدلالة المضغوط ويرمز لهـ K_p ولا ينبعـ K_p هنا إلا إذا كانت التفاعلات بين المكونات متساوية عندما يتوازنـ $P_{C,D}^0 / P_{A,B}^0$ عدد حشرـ K_p ولا

أي: الفاعل عن الناتجة جزيئات المواد عدد متقابلة مع المقادير أي:

$$\Delta n = (c+d) - (a+b) = 0$$

٣ - ٣ - ٣ العوامل المؤثرة في التوازن الكيميائي

يمكن أن يزاح التوازن تباعيًّاً لأحد المولاي الآتية.

A₂Z₂
قطراسية، محاضرات كلية العلوم
مطموس، جانب كتبة رسامة
0931497960-0995078669

لتفرض أن مزيجاً من الهيدروجين وبرد الهيدروجين وأخريه اليد يوجد في حالة توازن عند درجة حرارة وضغط ثابتين، ولذلك إلى الجملة كمية إضافية من الهيدروجين، فوفقاً للقانون فعل الكتلة تؤدي زيادة تركيز الهيدروجين إلى زيادة سرعة التفاعل المباشر أي تفاعل تشكيل H₂ بينها تبقى سرعة التفاعل العكسي H₂ + I₂ ⇌ 2HI هي عليه في الإتجاه العكسي، وسيختفي نتائج ذلك تركيز كل من الهيدروجين والبخار اليد مما يؤدي إلى إبطاء التفاعل المباشر، أما تركيز H₂ فهو داد مما يؤدي إلى تسريع التفاعل العكسي، وبعد مرور فترة من الزمن سيكون تركيز H₂ أعلى مما كان عليه قبل إضافة H₂ أما تركيز I₂ فيصبح أقل من السابق، تسمى عملية تغير التركيز الناجمة عن اختلال التركيز بالزجاج أو حركة التفاعل، فإذا ما حصل زراعة تركيز المواد الواقعية في الطرف الأيسر من المعادلة (أو انخفضت طبعاً في الوقت نفسه تركيز المواد الواقعية في الطرف الأيسر) يقال إن التوازن يزاح نحو اليسار أي في اتجاه التفاعل العكسي.

وفي المثال السابق يكون التوازن وفقاً لما ذكر قد ازراح إلى اليمين وهذا يدخل في التفاعل تلك المادة التي أدى ازيد تركيزها إلى اختلال التوازن أي ينخفض تركيز المشارك في التفاعل يزاح التوازن بالإتجاه المودي إلى استهلاك هذه المادة، وبالعكس عندما ينخفض تركيز مادة ما من هذه المواد يزاح التوازن إلى الإتجاه المُسْوِد إلى تكون هذه المادة.

تطبيق: في وعاء مغلق سعته لتر واحد يحوي جزيئاً غرامياً واحداً من السواد وجذرين شرطيتين من الهيدروجين، وإذا علمت أن ثابت التوازن عند الدرجة °C 725 هو 0,49 = (K_C)₇₂₅ احسب تركيز كل من هذه الغازات.

$$K_p = \frac{X_c^c \cdot X_d^e}{X_a^a \cdot X_b^b} \cdot P_{int}^{(c+d)-(a+b)}$$

لابتعاد ثابت التوازن بدلالة الضغط بالضغط الكلي داخل وعاء التفاعل عندما يشأ عدد جزيئات المواد المتفاعلة مع عدد جزيئات المواد الناتجة، أي عندما يكون:

$$a+b=c+d$$

وباعتبار أن المقدار $X_c^c \cdot X_d^e / X_a^a \cdot X_b^b$ يمثل ثابت التوازن بدلالة الكسر الجزيئي ونرمز له بـ K_p تقول العلاقة السلبية إلى الشكل:

$$K_p = K_c \cdot P_{int}^{(c+d)-(a+b)} \quad (6.3)$$

٣ - ٣ - ٣ ثابت التوازن بدلالة عدد المولات بما أنه يمكن كتابة الكسور المولية للمواد الداخلة في التفاعل والنتائج عنه بدلالة عدد المولات هذه المادة، فإنه يمكن كتابة عباره ثابت التوازن بدلالة عدد المولات، وبشكل عام يعطي الكسر المولي لمادة A بالعلاقة:

$$X_A = \frac{n_A}{\sum n_i}$$

يعنى n_A عدد مولات المادة A، $\sum n_i$ مجموع عدد مولات المواد الموجودة ضمن وعاء التفاعل. وعلى هذا الأساس فمن أجل التفاعل العام المذكور في القراءات السابقة فإن ثابت التوازن K_p يعطى بالعلاقة:

$$K_p = \frac{n_c^c \cdot n_d^d}{n_a^a \cdot n_b^b} \cdot P_{int}^{(c+d)-(a+b)} \quad (7.3)$$

وفي حالة تسليبي عدد مولات المواد الداخنة مع عدد مولات المواد الناتجة عن التفاعل فإن $K_p = K_c$ ، أي أن:

$$K_n = \frac{n_c^c \cdot n_d^d}{n_a^a \cdot n_b^b} = K_p$$

متساوية (تحت ذات الشرط من الضغط والحرارة)، فإنه لا يطرأ أي تغيير على الحجم الكلي مهما تغير الاتجاه الذي يسلكه التفاعل، وهذا معناه أن الضغط لا يؤثر

الحل: لنفرض أن لا جزء من البيروجين قد تناهى مع بجزء من بيروجين:



نجد أن أربعة حجوم من المواد المقاومة (الأزوت والميدروجين) في الطرف الأيسر تمتصى بجهتين من الشادر في الطرف الأيمن أي يتناقص الحجم إذا سار القاعل نحو تشكيل الشادر. ولذا فإنه يزيد الضغط ينزع هذا القاعل من اليسار إلى اليمين.



وهذه العلاقة تؤول إلى الشكل:

$$3,51x^2 + 1,47x + 0,98 = 0$$

نفرض ان المزيج المؤلف من NO_2 و O_2 يقع في حالة توازن عند درجة حرارة معينة، ولنخفض حجم الجملة مرتين دون تغيير درجة الحرارة. في أول الأمر تزداد الضغوط الجزئية وتزداد حجم الغازات بمقدار إسماً يتغير عدده اللامسيية بين سرعتي التناقلين المباين والعكسى أي أن التوازن يختل من جراء ذلك. في الواقع الأمر قيل زيادة الضغط كان لتر الكيلو الغازات قياساً توازيته $[\text{NO}]_{\text{eq}}$

و O_2 و $[NO]$ حيث يشير الدليل إلى حالة التوازن (اما سرعة التفاعل:

$$V_1 = k_1 [O_2]_{eq} [NO]^2 \quad ; \quad V_2 = k_2 [NO_2]$$

في اللحظة الأولى بعد الانفجارات مدنسة بزداد في كثرة الغازات بمرتين مقارنةً مع القاجار الأولية وتصبح متساوية على التسلی $2[NO]_{eq}$ و $2[O_2]_{eq}$ و $2[NO_2]_{eq}$ و تتميّز عندها الفاعلين المباشر والمحكم بالعلاقة التالية:

$$v'_1 = k_1 [O_2]_{eq} (2[NO]_{eq})^2 = 8k_1 [O_2]_{eq} [NO]^2_{eq} = 8 v_1$$

$$v'_2 = k_2 (2[\text{NO}_2]_{\text{eq}})^2 = 4k_2 [\text{NO}_2]_{\text{eq}}^2 = 4 v_2$$

فکر علمی
قرآن و سنت
۰۹۳۵۰۷۸۶۹۹
۰۹۳۵۰۷۸۶۹۹
۰۹۳۵۰۷۸۶۹۹
۰۹۳۵۰۷۸۶۹۹

ويحل هذه العلاقة بطرية المعير نجد أن: $x = 0,36 \text{ mol/L}$ ، ويتم القبطة السالبة لـ $3,51x^2 + 1,47x + 0,98 = 0$

$[H_2] = 1,64 \text{ mol/L}$, $[I_2] = 0,64 \text{ mol/L}$, $[HI] = 0,72 \text{ mol/L}$

من المعلوم أن الضغط يقارب بين جزيئات المادة، ولكن أثره على المسنوى أو المسوال الصلبة أقل بكثير مما هو عليه في حالة الغازات. وعلى المسوى لم يحصل تأثير الضغط على الفيصلات المشوارنة التي يتم بين المسوائل أو لعملي يمكن إهمال تأثير الضغط على التفاعلات التي تجري بين الفيصلات لا يؤثر على تلك التي تتسارع فيها حجوم المواد الناتجة مع حجوم المواد المقاطعة.

$$\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$$

يتعاطى جزيئان خرامين، أحدهما هيدروجين و الثاني يود ويتشكل وفق المعادلة

84

١- احسب ثابت التوازن K_p .
٢- تجت أى ضغط بحسب وضيع المزيج مع المحافظة على درجة الحرارة كي تزداد سرعة التفاعل الكيميائي بسبع مرات فقط، عند يختل التوازن في الجبلية، أي يتوقف التفاعل المباشر على التفاعل العكسي، وبعد فترة من الزمن تتساوى مسح جيد سرعتي التفاعلين المباشر والعكسى ويحل توازن جديد حيث تزداد عدد كمية NO_2

$$K_p = \frac{X_{\text{NH}_3}^2}{X_{\text{N}_2} \cdot X_{\text{H}_2}^{83} \cdot P_{\text{tot}}^2}$$

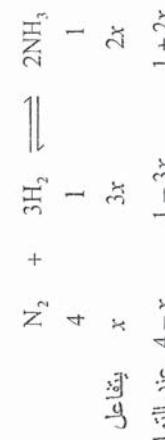
لحساب الكسورة المولية للمكونات؛ إذ أن العدد الكلى للجزيئات هو : mol

$$X_{\text{N}_2} = \frac{4}{6} ; X_{\text{H}_2} = \frac{1}{6} ; X_{\text{NH}_3} = \frac{1}{6}$$

وبالتعويض في العلاقة السليمة نجد:

$$X_p = \frac{(1/6)^2}{(4/6) \times (1/6)^3 \times (1)^2} = 9 \text{ atm}^{-2}$$

٢- كي يزداد عدد جزيئات NH_3 ٠,٥ mol يجب أن ينخفض عدد جزيئات H_2 بنسبة ٠,٧٥ mol و N_2 بنسبة ٠,٢٥ mol و يمكن استنتاج ذلك.



يصبح عدد الجزيئات (الكتل): $X_{\text{N}_2} = 0,25/5,5$; $X_{\text{NH}_3} = 1,5/5,5$
تساوي:
 $X_{\text{H}_2} = 3,75/5,5$; $X_{\text{N}_2} = 0,25/5,5$ ، والكسورة المولية

بنها عوضنا في قيمة التوازن:

$$K_p = \frac{X_{\text{NH}_3}^2}{X_{\text{N}_2} \cdot X_{\text{H}_2}^3 \cdot P_{\text{tot}}^2} = \frac{(1,5/5,5)^2}{(3,75/5,5)(0,75/5,5)^3 P_{\text{tot}}^2} = 9 \Rightarrow P_{\text{tot}} = 11,36 \text{ atm}$$

وهكذا نجد أنه نتيجة لزيادة الضغط تزداد سرعة التفاعل المباشر شأن مسارات بيتضا تزداد سرعة التفاعل الكيميائي بأربع مرات فقط، عند يختل التوازن في الجبلية، أي يتوقف التفاعل المباشر على التفاعل العكسي، وبعد فترة من الزمن تتساوى مسح جيد سرعتي التفاعلين المباشر والعكسى ويحل توازن جديد حيث تزداد عدد كمية NO_2 في المزيج، أي أن التوازن ينماز نحو اليمين.

يمكن صياغة تأثير الضغط على التوازن الكيميائي كمسايلياً: عندما يزيد الضغط (عن طريق ضغط الجملة) ينماز التوازن باتجاه انخفاض عدد جزيئات الغازات أي بالاتجاه الذي ينخفض الضغط، وعندما ينخفض الضغط ينماز التوازن باتجاهه ارتفاع الضغط، كما ويكتسا معاقة شائنة

ارتفاع عدد جزيئات الغازات أي بالاتجاه ارتفاع الضغط، كما ويكتسا معاقة شائنة الضغط على التوازن بطريقة أخرى، لنأخذ المثال الآتي:

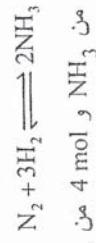


فإن زيادة الضغط سوف تؤدي إلى انماز التوازن بالاتجاه المباشر، حيث يكون عدد الجزيئات أقل، وتنتهي الضغط سوف ينماز التوازن بالاتجاه العكسي، كما بينا سابقاً، ولوضوح ذلك أكثر نأخذ علاقة ثابت التوازن K_p بدلالة الضغط الكلى:

$$K_p = \frac{X_{\text{NH}_3}^2}{X_{\text{N}_2} \cdot X_{\text{H}_2}^3 \cdot P_{\text{tot}}^2}$$

فنجد أن قيمة الضغط الكلى المؤثرة على ثابت التوازن في المخبر (المقام)، من الدرجة الثانية، أي أن زيادة الضغط سوف تؤدي إلى نقصان قيمة الكسر، ولكن تزداد قيمة الكسر حتى تساوى ثابت التوازن K_p ، يجب أن تزداد قيمة الصورة (السط)، أي زاد عدد مولات NH_3 لذلك ينماز التوازن إلى شكل هذه المسادلة، ويمكن بتنفيذ الطريقة معالجة انخفاض الضغط.

مثال: وجد أن تركيب التوازن التالي:



هو ١ mol من H_2 و ١ mol من N_2 عدد الضغط atm : ١

وهذا ما تقتضيه أيضاً شروط التجزي المغلق، حيث تتيّر الطاقة عصراً من عناصر التوازن.

3- 3- 3- تأثير درجة الحرارة في التوازن الكيميائي

لقد رأينا أن ثابت التوازن ذاتي فقط له درجة الحرارة فهو يتغير بها، ويمكن معرفة هذه التابعية من معرفة إذا كان التفاعل ماصاً للحرارة لم تأشّر لها، فإذا كان في التفاعلات الماصة للحرارة فإن قيمة ثابت التوازن تتحفظ مع زيادة درجة الحرارة، بينما التناقض ناشئاً للحرارة فإن قيمة ثابت التوازن يتأثر الكيميائي ليبتسب إلى حالات خاصة من مبدأ عدم يحدّث تأثير مختلف المولاي على الجبل التوازي، ويعرف هذا العبد باسم مبدأ (لوشاتولييه) ويوضح على الشكل الآتي:

"إذا تعرضت جماعة متوازنة فيزياً أو كيميائياً المؤثر خارجي كتغير درجة الحرارة أو التركيز أو الضغط أو جميعها، فإن الجماعة تسعى لتعديل نفسها بحيث تزيل أثر هذا التغيير".

وفي الحقيقة فعد زراعة تركز إلدي المواد المشتركة في التفاعل فإن التوازن ينمازح إلى الاتجاه الذي يتم فيه استهلاك هذه المادة. وعند ارتفاع الضغط في جملة متوازنة ينمازح التوازن إلى الاتجاه الذي يتم فيه الانخفاض الضغط في الجملة (حالبة الجبل العازية) وعند رفع درجة الحرارة ينمازح التوازن إلى الاتجاه الذي يحصل فيه امتصاص الحرارة، وكما هو واضح لإینطبقي مبدأ (لوشاتولييه) على التوازنات الكيميائية فحسب، بل ويسري على مختلف التوازنات الكيميائية والفيزيائية، فجملة الماء والثلج المتوازنة فيزياً تعدل نفسها بذوبان الثلج إذا خضعت إلى ضغط، ذلك لأن ذوبان الثلج يقلل من الحجم الكلّي للجملة.

3- 5- التفاعلات الشاذة المتوازنة، والملاقعة بين K_n , K_x , K_y , K_r

أ- من قانون التفاعلات العام:

$$P_i V = n_i RT$$

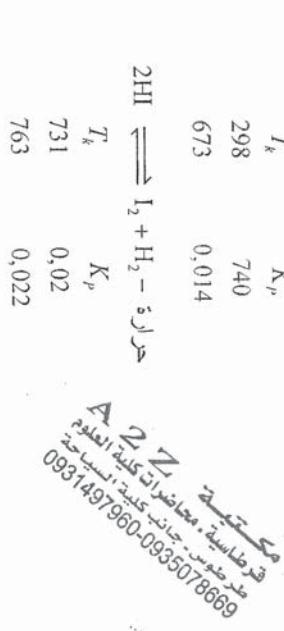
أو:

$$P_i = \frac{n_i}{V} RT$$

لأن $n_i = n_r / V$ وبالتالي فإن:



مثال: تفاعل شكل NO:



إن رفع درجة الحرارة يؤدي إلى ازياح التوازن في هذه الجمالة نحو اليمين أي باتجاه تشكيل NO. تستوي مما سبق أنه عند زيادة درجة الحرارة ينمازح التوازن إلى الاتجاه الماصل للحرارة، وعند خفض درجة الحرارة فإنه ينمازح إلى الاتجاه الماصل للحرارة.

$$x_i = \frac{P_i}{P_{tot}} = \frac{C_i RT}{P_{tot}}$$

1
四

وبالتالي، فإن $C_i = P_{\text{out}} X_i / RT$ ، وبالتعويض عن C_i في علامة ثابت التي أذنا بمحنة:

$$K_c = K_s \left(\frac{P_{int}}{RT} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad (9.3)$$

ابن سعید

$$K_c = K_p \left(\frac{1}{RT} \right)^{\Delta n} = K_n \left(\frac{P_{in}}{nRT} \right)^{\Delta n} = K_n \left(\frac{P_{in}}{RT} \right)^{\Delta n}$$

وهي العلاقة التي تربط ثوابت التوارن الأربعة K_p , K_n , K_r , K_m ، ولا تطبق هذه العلاقة إلا في القاعادات الغازية والمتوازنة. ومن أجل $\Delta n = 0$ تصبح هذه العلاقة بالشكل:

مثال: من أجل التفاعل التالي:

$$2\text{CO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2$$

A Z

مودعه معاشرات اکاديمیہ العلوم
0931471960-0935078669

إذ إن $-1 = 2 - 3$ ، وبالتالي، فإن العلاقة تنصيبي بالشكل:

$$K_c = K_p \cdot RT = K_n \left(\frac{nRT}{P_{tot}} \right) = K_x \left(\frac{RT}{P_{tot}} \right)$$

تطبيق(1): احسب ثانبي الشوارن K_x و K_y لتنك الماء إذا علمت أن $K = 3,381$ عند الدرجة 0°C وتحت الضغط 2 جو:



$$K_c = K_n \cdot \left(\frac{P_{in}}{nRT} \right)^{\frac{1}{n}}$$

68

(9.3)

لنعرض في علاقة ثابت التوازن:

$$K_c = \frac{[C]^p \cdot [D]^q}{[A]^n \cdot [B]^m}$$

• 9

$$K_c = \frac{P_C^p P_D^q}{P_A^m P_B^n} \left(\frac{1}{RT} \right)^{D_0} \quad \text{and} \quad K_c = \left(\frac{P_C}{RT} \right)^p \left(\frac{P_D}{RT} \right)^q$$

إذ أن $\Delta n = (p+q) - (n+m)$ ، ونُصيّد العلاقة بالشكل:

$$K_c = K_p \left(\frac{1}{RT} \right)^{\Delta n} \quad (8.3)$$

111

$$C_i = \frac{n_i}{V} = \frac{n_i}{n} \cdot \frac{P_{tot}}{RT}$$

وذلك لأن P يعطى الضغط الكلي، فهو ضروري لعملية التهوية فتحصل على

$$K_c = \frac{\left(\frac{P_{tot}}{nC_e \cdot nRT}\right)^p \left(\frac{P_{tot}}{nRT}\right)^q}{\left(\frac{P_{tot}}{nA_e \cdot nRT}\right)^n \left(\frac{P_{tot}}{nRT}\right)^m} \cdot \frac{\Delta_H}{H_c^p \cdot H_A^q \cdot \left(\frac{P_{tot}}{nRT}\right)^{\Delta_H}}$$

• 8

(9.3)

90

يلزمنا هنا قيمة التي يمكن حسابها من تركيز NH_3 في حالة التوازن حيث تركيز التنشادر $1,4 \text{ مول}/\text{لتر}$ وتساوي $2x$:

$$2x = 1,4 \text{ mol/L} \Rightarrow x = \frac{1,4}{2} \text{ mol/L} = 0,7 \text{ mol/L}$$

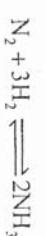
نعرض في علاقه ثابت التوازن:

$$K_c = K_p \left(\frac{1}{RT} \right)^{\Delta n} = (K_p)_T \left(\frac{1}{RT} \right) = 3,38 \cdot 10^{-11} \left(\frac{1}{RT} \right) = 2,64 \cdot 10^{-13}$$

لما K_p فيمكن إيجاده من العلاقة بين K_p و K_r التي تتيح عن العلاقة الأساسية:

$$K_r = K_p / P_{\text{tot}} = 3,38 \cdot 10^{-11} / 2 = 1,69 \cdot 10^{-11}$$

تطبيق (2): لدينا التفاعل الآتي:



فرض أن قيم التركيز في بداية التفاعل للك من البيردروجين والأزروت كانت

$1 \text{ مول}/\text{لتر}$ و $3 \text{ مول}/\text{لتر}$ على الترتيب، وذلك في الدرجة 0°C ، ووضطط يساوي

$1,4 \text{ مول}/\text{لتر}$ وعد التوازن وجد أن تركيز التنشادر $1,4 \text{ مول}/\text{لتر}$ ، المطلوب

حساب ثابت التوازن K_r . في مساق التوازن يدخل المسالمة بكلية تركيز ولبين عدد

الحالات وهو ما نحصل عليه بقسميه عدد الحالات على الجسم (n/V) فيكون لدينا والثانية تحت المعادلة المتوازنة مباشرة في المرافق الثالث الذي يمر بها التفاعل وهي

(بداية، التحول، التوازن):

كتاب مثلاً التوازن بدلالة التركيز، لذلك يجب استخدام التركيز ولبين عدد الحالات وهو ما نحصل عليه بقسميه عدد الحالات على الجسم (n/V) فيكون لدينا التركيز $1/V = 1/5 \text{ mol/L}$ ، وذلك لأن الحجم هو 5 ليتر والتحمول هو $\alpha/5$ مول/لتر بعدها تتبع الخطوات المذكورة في المثال (2).



PCl_5	\rightleftharpoons	$\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$
$\frac{1}{3}$	قبل التفاعل	0
$-x$	تحول	0
$-\frac{3x}{3}$		$2x$
$\frac{1}{3} - \frac{3x}{3}$	عند التوازن	$2x$
$\frac{a}{3}$		

علاقة ثابت التوازن:

$$K_c = \frac{[\text{PCl}_3][\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]} = \frac{(\alpha/5)^2}{(1-\alpha)/5} = \frac{(0,5)^2}{(1-0,5)\times 5} = 0,1 \text{ mol/L}$$

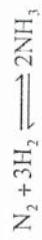
$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \times [\text{H}_2]^3} = \frac{(2x)^2}{(1-x)(3-3x)^3}$$

إن كل 1 مول من N_2 يتفاعل مع 3 مول من H_2 لإعطاء 2 مول من NH_3 حيث يدل على المقدار المتاح فيكون ثابت التوازن:

۱۰۷

ب-حسب

5-3 في مفاعل ذي حجم 11 أجري التفاعل التالي:

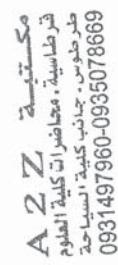


يوضع 1 mol من N_2 و 3 mol من H_2 في البداية وفي حالة التوازن وجد أن ترکیز النشادر NH_3 مساویاً 0,05 mol/L فإذا كانت درجة الحرارة تساوي

$$K_p^{-1}$$

K_c

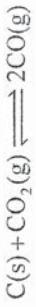
→- الضغوط الجزئية لـ H_2 ، و N_2 ، و NH_3 في حالة التوازن.



إذا علمت أن $K_p = 1 \text{ atm}$ من أجل التفاعل الآتي:

- ١) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$
- ٢) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O(g)}$
- ٣) $\text{CO} + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$

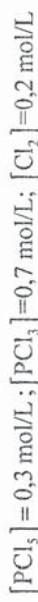
فما هي قيمة ثوابت التأثير المترافق مع كل تفاعل؟



في الدرجة 700°C . احسب نسبة كل من CO_2 و CO في الحالة التوازنية وذلك عند الضغط 2 atm ، 100 atm . لدينا التكامل المترافق التالي:



تحت ضغط كلي يساوي atm ودرجة حرارة تساوي 0°C وجد أن $\Delta \text{الكتلة الماء}/\Delta \text{الكتلة}\times 100 = 6\%$:



1-3 من أجل التوازن:



إذا علمت أن القراءة في حالة الشوارع هي كما يلي:

$$[\text{Cl}_2] = 0,3 \text{ mol/L}, [\text{CO}] = 0,2 \text{ mol/L}, [\text{COCl}_2] = 1,2 \text{ mol/L}$$

احسب ثابت التوازن والتركيز الأولية لكل من الكلور وأكسيد الكربون.

$$[CO] = 1,4 \text{ mol/L}, [Cl_2] = 1,5 \text{ mol/L}, K = 20 : \text{لا جوبية}$$

أوجد K بذلة K لكل من الفاعلات الآتية:

a) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$

b) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O(g)}$

c) $\text{CO} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{CO}$

3-3 إذا علمت أن $K = 1 \text{ atm}$ من أجل التفاعل الآتي:

4-3 لدينا التفاعل المتوزن التالي:

تحت ضغط کلی پسماوی atm [و درجه حرارة تسماوی °C 250 وجد ان

ترأَكِيزُ المَوْادِ ضِمنَ وِعَاءِ التَّقْاعِلِ تَسْلُوِيٌّ:

$$[\text{PCl}_5] = 0,3 \text{ mol/L}; [\text{PCl}_3] = 0,7 \text{ mol/L}; [\text{Cl}_2] = 0,2 \text{ mol/L}$$



A to Z مكتبة