سلسلة

التجمع التعليمي

القناة الرئيسية: t.me/BAK111

بوت التواصل: @BAK1117_bot

الوحدة الثالثة:

الدرس الثاني: التوازن الكيميائي

$$A_{(g)} \underset{v_2}{\overset{v_1}{\rightleftharpoons}} B_{(g)}$$

هذا التفاعل عكوس و غير تام وبالتالي متوازن وقبل في اتجاهين متعاكسين.

- عند بلوغ حالة التوازن تثبت تراكيز المواد المتفاعلة و الناتجة عند درجة حرارة معينة.

علل: ص76-1-

لاستهلاك المواد المتفاعلة كلياً في التفاعلات المتوازنة؟

لأن المواد الناتجة تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد المتفاعلة في الشروط ذاتها.

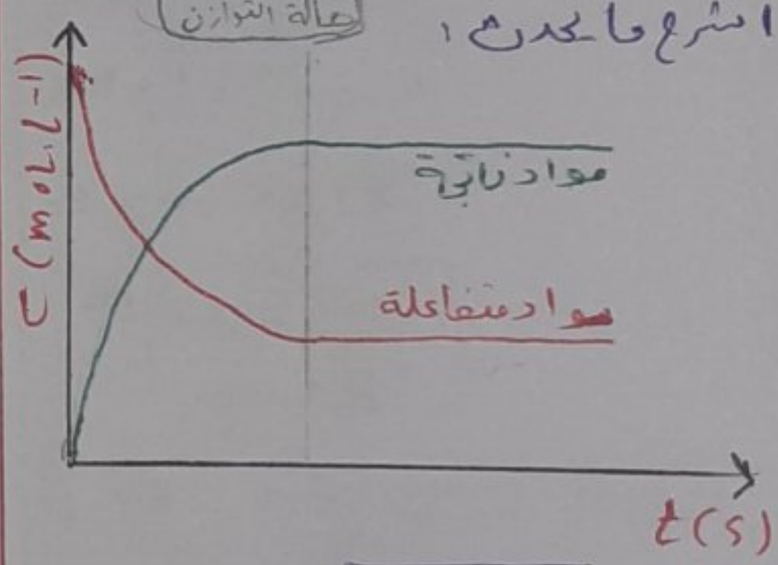
حالة التوازن

الحالة الحركية للتوازن الكيميائي

لدينا التفاعل المتوازن الآتي:

$$a\,A_{(g)} + b\,B_{(g)} \underset{v_2}{\overset{v_1}{\rightleftharpoons}} c\,C_{(g)} + d\,D_{(g)}$$

ويبين الشكل (1) تغير تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة بدلالة الزمن انطلاقا من بدء التفاعل المباشر وحتى حدوث حالة التوازن.



الشكل (1)

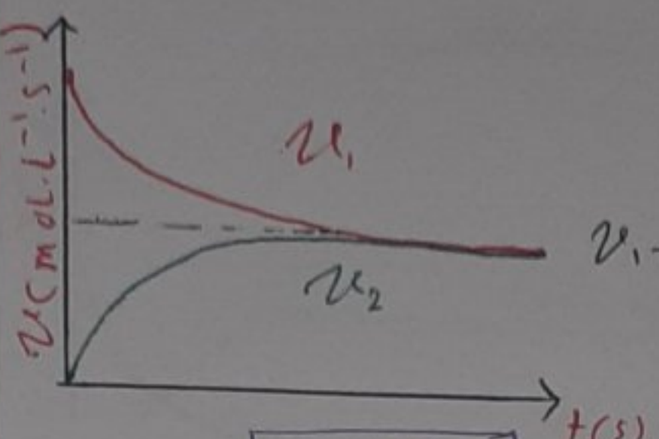
في بداية التفاعل

- يكون تركيز المواد المتفاعلة أعظمياً.
- ويكون تركيز المواد الناتجة معدوم.

بمرور الزمن

- ينخفض تركيز المواد المتفاعلة ويصل إلى قيمة معينة ويثبت عند بلوغ التوازن.
- يزداد تركيز المواد الناتجة ويصل إلى قيمة محددة ويثبت عند بلوغ التوازن.

يمثل الشكل-2- تغير سرعتي التفاعل المباشر والعكسي بدلالة الزمن.



الشكل (2)

في بداية التفاعل

- تكون سرعة التفاعل المباشر v_1 أعظمية.
- تكون سرعة التفاعل العكسي v_2 معدومة.

بمرور الزمن

- تتناقص سرعة التفاعل المباشر وترتفع سرعة التفاعل العكسي للوصول إلى قيمة محددة تكون فيها $v_1 = v_2$ عند بلوغ التوازن.

علل: ص76 نشاط (2)

يسمى التوازن في حالة التفاعلات الكيميائية بالتوازن الحركي؟

لأن التوازن يحدث عندما تتساوى سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي ولا تكون قيمة السرعة لأي منهما معدومة.

نتيجة

عند التوازن:

- تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة
- تتساوى سرعة التفاعل المباشر وسرعة التفاعل العكسي ولا تتعدم قيمة أي منهما

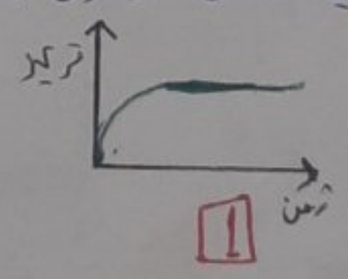
ماهو التوازن الكيميائي؟

هي حالة تكون فيها تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة ثابتة وتساوي سرعة التفاعل العكسي مع سرعة التفاعل المباشر

$$v_1 = v_2$$

سؤال اختر الإجابة -3- ص76

أحد الخطوط البيانية يمثل تغير تركيز مادة ناتجة في تفاعل متوازن:



(b)

ثابت التوازن الكيميائي

تطبيق (1) ص76

استنتج عبارة ثابت التوازن للتفاعل الآتي باعتبار أن التفاعل المباشر والعكسي أوليان:

$$m\,A + n\,B \underset{v_2}{\overset{v_1}{\rightleftharpoons}} p\,C + q\,D$$

- عبارة سرعة التفاعل المباشر v_1

$$v_1 = k_1 [A]^m [B]^n$$

- عبارة سرعة التفاعل العكسي v_2

$$v_2 = k_2 [C]^p [D]^q$$

عند التوازن $v_1 = v_2$

$$k_1 [A]^m [B]^n = k_2 [C]^p [D]^q$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[C]^p [D]^q}{[A]^m [B]^n}$$

- النسبة $\frac{k_1}{k_2}$ مقدار ثابت يرمز لها K_c

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

وهي عبارة ثابت التوازن الكيميائي بدلالة التراكيز.

إذا طلب ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية p تكون:

$$K_p = \frac{P_{(C)}^{p} \cdot P_{(D)}^{q}}{P_{(A)}^{m} \cdot P_{(B)}^{n}}$$

ثابت التوازن بدلالة الضغط

ملاحظات

- المواد الصلبة (S) و السائلة (L) لا تظهر في عبارة ثابت التوازن علل لأن تراكيزها تبقى ثابتة مهما اختلفت كميتها.
- K_c و K_p مقداران ثابتان ليس لهما واحدات
- قيمة K_c ، K_p لتفاعل محدد لا تتغير إلا بتغير درجة الحرارة.

MAJD.SHADDAD
0949198466
سلسلة - التجمع - التعليمي

الكتب العلاقة بين Kp Kc

$K_p = K_c (RT)^{\Delta N}$

حيث $\Delta N = n_2 - n_1$

n_2: عدد المولات الغازية الناتجة

n_1: عدد المولات الغازية المتفاعلة

R: ثابت الغازات العام $R = 0.082 \ atm.L.mol^{-1}.K^{-1}$

T: درجة الحرارة المطلقة، تقاس بالكلفن $T = {}^\circ C + 273 = K$

تطبيق (2)، نشاط (ص65)

لديك التفاعلات الآتية:

① اكتب عبارة K_p و K_c

② اكتب العلاقة التي تربط بين K_p و K_c

1) $C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)}$

① $K_c = \frac{[CH_4]}{[H_2]^2}$

$K_p = \frac{P_{(CH_4)}}{P_{H_2}^2}$

② $K_p = K_c (RT)^{\Delta N}$, $\Delta N = n_2 - n_1$

$\Delta N = 1 - 2 = -1$

$\Rightarrow K_p = K_c (RT)^{-1}$

$\Rightarrow \boxed{K_p = \frac{K_c}{RT}}$

2) $H_{2(g)} + S_{2(s)} \rightleftharpoons H_2S_{(g)}$

① $K_c = \frac{[H_2S]}{[H_2]}$

$K_p = \frac{P_{(H_2S)}}{P_{(H_2)}}$

② $K_p = K_c (RT)^{\Delta N}$, $\Delta N = n_2 - n_1$

$\Delta N = 1 - 1 = 0$

$K_p = K_c (RT)^0$

$\Rightarrow K_p = K_c$

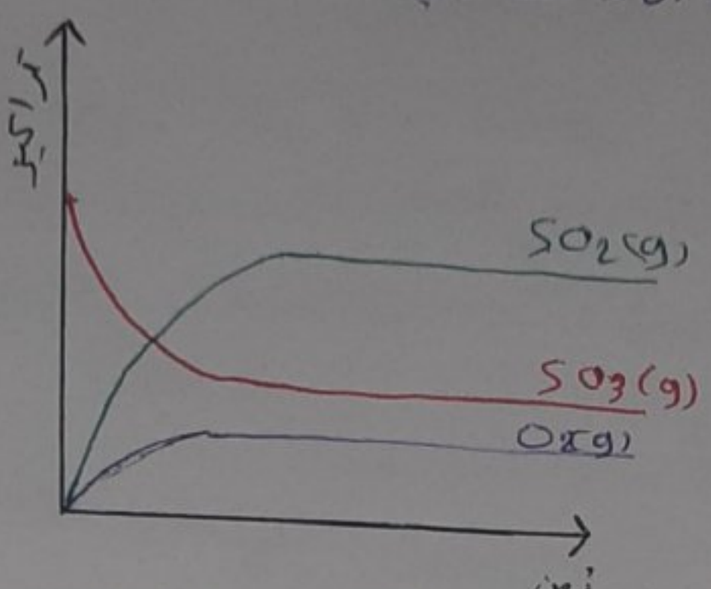
حل نشاط (ص)

متى تتساوى $K_p = K_c$؟

عندما يكون $\Delta N = 0$ ⇐ عندما يكون عدد المولات الغازية الناتجة مساوية لعدد المولات الغازية المتفاعلة

سؤال رابعاً ص77، دورة 2020

لديك الشكل المجاور الذي يمثل تفاعل متوازن والمطلوب:



① اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل.

② اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز والضغوط.

الحل: ①

$2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$

②

$K_c = \frac{[SO_2]^2 [O_2]}{[SO_3]^2}$

$K_p = \frac{P^2_{SO_2} \cdot P_{O_2}}{P^2_{SO_3}}$

إذا طلب العلاقة بين K_p و K_c:

$K_p = K_c (RT)^{\Delta N}$, $\Delta N = n_2 - n_1$

$\Delta N = 3 - 2 = 1$

$\Rightarrow K_p = K_c (RT)$

ملاحظة: $K_p = K_c (RT)^{\Delta N}$ العلاقة بين K_p و ΔN علاقة طردية

وبالتالي: $\frac{K_p}{K_c} = (RT)^{\Delta N}$

سؤال اختيار رقم (2) ص80

أي من التفاعلات الآتية يكون فيها النسبة $\frac{K_p}{K_c}$ أكبر ما يمكن:

1) $N_{2(g)} + O_{2(g)} \overset{1}{\underset{2}{\rightleftharpoons}} 2NO_{2(g)}$

$\Delta N = 2 - 2 = 0$

2) $CaCO_{3(s)} \overset{1}{\underset{2}{\rightleftharpoons}} CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

$\Delta N = 1 - 0 = 1$

3) $H_{2(g)} + S_{(s)} \overset{1}{\underset{2}{\rightleftharpoons}} H_2S_{(g)}$

$\Delta N = 1 - 1 = 0$

4) $Ni(CO)_{2(s)} \overset{1}{\underset{2}{\rightleftharpoons}} Ni_{(s)} + 2CO_{(g)}$

$\Delta N = 2 - 0 = 2$

أهمية ثابت التوازن الكيميائي

- تبين قيمة ثابت التوازن لتفاعل ما مدى تحول المواد المتفاعلة إلى نواتج عند حدوث التوازن.

① إذا كانت $K_c \gg 1$ ⇐ التفاعل يحدث إلى مدى كبير بالاتجاه المباشر.

$A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$

$K_c = \frac{[B]}{[A]}$ ↑ يكون أكبر من 1 إذا

- كمية المواد الناتجة أكبر كمية المواد المتفاعلة

② إذا كانت $K_c \ll 1$ ⇐ التفاعل لا يحدث إلى مدى كبير في الاتجاه المباشر.

$A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$

$K_c = \frac{[B]}{[A]}$ ↓ يكون أصغر من 1 إذا

- كمية المواد الناتجة أقل من كمية المواد المتفاعلة

سؤال سادساً ص77

قارن بين كمية المواد المتفاعلة وكمية المواد الناتجة عند بلوغ التوازن في كل من التفاعلين الآتيين:

a) $K_c = 1.5 \times 10^{-10}$

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

b) $K_c = 14 \times 10^{+12}$

$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$

a) لدينا $K_c \ll 1$ وبالتالي كمية المواد الناتجة أقل من كمية المواد المتفاعلة

b) لدينا $K_c \gg 1$ وبالتالي كمية المواد الناتجة أكبر من كمية المواد المتفاعلة

علل: عند تفاعل غاز الهيدروجين H_2 مع بخار اليود I_2 ذي اللون البنفسجي في شروط مناسبة يبقى اللون بنفسجي؟

لأن ثبات اللون يدل على الوصول لحالة التوازن أي يصبح عندها سرعة تبخر اليود تساوي سرعة تكثفه (تشكله)

سؤال اختر الإجابة ص80 - 3-

بخزج 0.1mol من A مع 0.1mol من B في وعاء سعته 1L فيكون ثابت التوازن 10^{-3} للتفاعل المتوازن الآتي:

$$A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$$

فيكون عند بلوغ التوازن:

d- [C] < [B]

توضيح الإجابة: لدينا $K_c << 1$ وبالتالي كمية المواد الناتجة أقل من كمية المواد المتفاعلة.

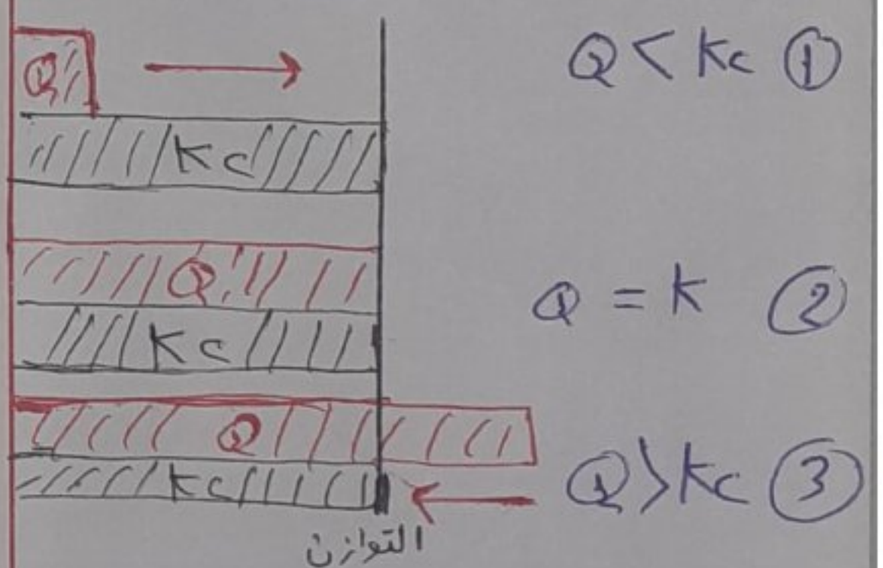
MAJD.SHADDAD
0949198466
سلسلة - التجمع - التقليبي
T:@majd223

حاصل التفاعل Q

(لحسابها بشرط الوصول لحالة التوازن)

عبارة Q تشابه عبارة K_c لكن في عبارة Q تؤخذ التراكيز في لحظة ما (دون شرط الوصول لحالة التوازن)

لدينا 3 حالات:



① $Q < K_c$

تراكيز المواد الناتجة أقل من تراكيزها في حالة التوازن K_c، يرجح التفاعل المباشر على العكسي للوصول لحالة التوازن ($\longrightarrow$)

② $Q = K_c$ التفاعل في حالة توازن

③ $Q > K_c$

تراكيز المواد الناتجة أكبر من تراكيزها في حالة التوازن، يرجح التفاعل العكسي على التفاعل المباشر للوصول لحالة التوازن ($\longleftarrow$)

تطبيق (2) ص67

تبلغ قيمة $K_c = 50.5$ عند الدرجة 440° للتفاعل الآتي:

$$I_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

فإذا وضع 4×10^{-2} mol من $HI_{(g)}$ مع 2×10^{-2} mol من $I_{2(g)}$ و 10^{-2} mol من $H_{2(g)}$ في وعاء سعته 2L والمطلوب:

1- احسب حاصل التفاعل Q

2- أحدد التفاعل الراجح (المباشر/العكسي) مع التعليل.

مقارنة بين قيمة K_c وقيمة Q

الحل: 1- لحساب حاصل التفاعل يجب حساب تراكيز المواد بـ $mol.L^{-1}$ وبعدها نعوض في القانون.

حساب التراكيز

$$C = \frac{n}{V} \quad (mol.L^{-1})$$

$$[HI] = \frac{4 \times 10^{-2}}{2} = 2 \times 10^{-2} \, mol.L^{-1}$$

$$[H_2] = \frac{10^{-2}}{2} = 0.005 \, mol.L^{-1}$$

$$[I_2] = \frac{2 \times 10^{-2}}{2} = 10^{-2} \, mol.L^{-1}$$

نعوض في قانون Q:

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

$$= \frac{[2 \times 10^{-2}]^2}{10^{-2} \times 5 \times 10^{-3}}$$

$$= \frac{4 \times 10^{-4}}{10^{-2} \times 5 \times 10^{-3}} = 4$$

2- بما أن $Q < K_c$ فالتفاعل لم يصل لحالة التوازن وبالتالي يرجح التفاعل بالاتجاه المباشر للوصول لحالة التوازن.

العوامل المؤثرة في حالة التوازن

عدد العوامل المؤثرة في التوازن الكيميائي:

1) تأثير تغير التركيز.
2) تأثير تغير الضغط
3) تأثير تغير درجة الحرارة
4) تأثير الحفاز في التوازن

لوشاتوليه درس التغيرات التي تؤثر في حالة التوازن الكيميائي ووضع قاعدة تنص على مايلي:

إذا حدث تغير في أحد العوامل المؤثرة في جملة كيميائية متوازنة مثل: درجة الحرارة أو التركيز أو الضغط .. يختل التوازن ويرجح التفاعل بالاتجاه الذي يعاكس فيه هذا التغير.

(أي طلب يطلبونه يتجاوب عكس يلي بدو)

متفاعلة ⟵ زيادة
ناتجة ⟶ زيادة

1) تأثير تغير التركيز:

- عند زيادة تركيز إحدى مواد الجملة المتوازنة يختل التوازن ويرجح التفاعل في الاتجاه الذي ينقص فيه تركيز هذه المادة
- عند نقصان تركيز إحدى مواد الجملة المتوازنة يختل التوازن، ويرجح التفاعل في الاتجاه الذي يزداد فيه تركيز هذه المادة

نشاط (1) ص68

-يحدث التفاعل المتوازن الآتي في شروط مناسبة:

$$NO_{2(g)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + NO_{(g)}$$

1- ما أثر زيادة كمية NO_2 على كل من حالة التوازن، كمية المواد المتفاعلة، كمية المواد الناتجة، قيمة ثابت التوازن، يرجح التفاعل بالاتجاه المباشر، تنقص كمية المواد المتفاعلة، تزداد كمية المواد الناتجة، لاتؤثر تغير التركيز على قيمة K_c

2- ما أثر نقصان NO على حالة التوازن، وعلى كمية المواد المتفاعلة، وعلى الناتجة، ويرجح التفاعل بالاتجاه المباشر، تنقص، K_c تزداد، لاتؤثر على قيمة K_c

3) ما أثر زيادة كمية CO_2 على حالة التوازن، وعلى المتفاعلة، وعلى الناتجة، وعلى K_c
يرجح بالاتجاه العكسي، تزداد، تنقص
لا يؤثر على قيمة K_c

4) ما أثر نقصان كمية CO على حالة التوازن
وعلى المواد المتفاعلة، والناتجة، و K_c
يرجح التفاعل بالاتجاه العكسي، تزداد، تنقص، لا يؤثر على قيمة K_c

وظيفة مراجعة حل تطبيق 3- ص68

2) تأثير الضغط:

- عند زيادة الضغط يرجح التفاعل بالاتجاه الذي يحوي عدد مولات غازية أقل
- عند نقصان الضغط يرجح التفاعل بالاتجاه الذي يحوي عدد مولات غازية أكثر

نشاط (9) ص69

لديك التفاعل المتوازن الآتي:

$$H_2O_{2(g)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$$

1) ما أثر زيادة الضغط الكلي على حالة التوازن، وكميات المواد المتفاعلة وكميات المواد الناتجة وقيمة K_c.
- عند زيادة الضغط ← يرجح لأقل عدد مولات
يرجح بالاتجاه العكسي، تزداد، تنقص
لا يؤثر ذلك على قيمة K_c

2) ما أثر نقصان الضغط الكلي على حالة التوازن وكميات المواد المتفاعلة، وكميات المواد الناتجة وقيمة K_c
عند نقصان الضغط ← يرجح لأكثر عدد مولات
يرجح التفاعل بالاتجاه المباشر، تنقص، تزداد، لا يؤثر ذلك على قيمة K_c

نشاط (10) في التفاعل الآتي

$$2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$$

بين أثر زيادة الضغط على حالة التوازن وفسر ذلك:
- لا يؤثر الضغط على حالة التوازن لأن عدد المولات الغازية الناتجة يساوي عدد المولات الغازية المتفاعلة.
- إذا كان عدد المولات الغازية متساوياً في طرفي المعادلة لا يؤثر تغير الضغط على حالة التوازن

3) تأثير تغير درجة الحرارة:

ΔH
- $\Delta H > 0$ ⇒ ماص للحرارة ⇐ التفاعل المباشر ماص للحرارة
- $\Delta H < 0$ ⇒ ناشر للحرارة ⇐ التفاعل المباشر ناشر للحرارة

قيمة ΔH تحدد التفاعل المباشر.

- عند رفع درجة الحرارة ← للماص
- عند خفض درجة الحرارة ← للناشر
- عندما يرجح التفاعل المباشر بتأثير تغير درجة الحرارة تزداد قيمة K_c بسبب زيادة كمية المواد الناتجة ونقصان كمية المواد المتفاعلة.
- عندما يرجح التفاعل العكسي بتأثير تغير درجة الحرارة تنقص قيمة ثابت التوازن K_c بسبب نقصان كمية المواد الناتجة وزيادة كمية المواد المتفاعلة

تطبيق 4- ص71

يحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة في شروط مناسبة:

$$2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \quad \Delta H = -198\,kJ$$

(ناشر ⇐)
⇐ الاتجاه المباشر ناشر للحرارة
⇐ الاتجاه العكسي ماص للحرارة.

1) ما أثر زيادة درجة الحرارة على حالة التوازن، كمية المواد المتفاعلة، كمية المواد الناتجة، قيمة ثابت التوازن.
يرجح التفاعل بالاتجاه العكسي، المتفاعلة تزداد، الناتجة تنقص، K_c تنقص
حيث نقصان المواد الناتجة وزيادة المواد المتفاعلة

$$K_c = \frac{\text{ناتجة}\downarrow}{\text{متفاعلة}\uparrow}\downarrow$$

2) بين أثر خفض درجة الحرارة على حالة التوازن، المتفاعلة، الناتجة، قيمة K_c.
- يرجح التفاعل بالاتجاه المباشر، تقل، تزداد، تزداد K_c

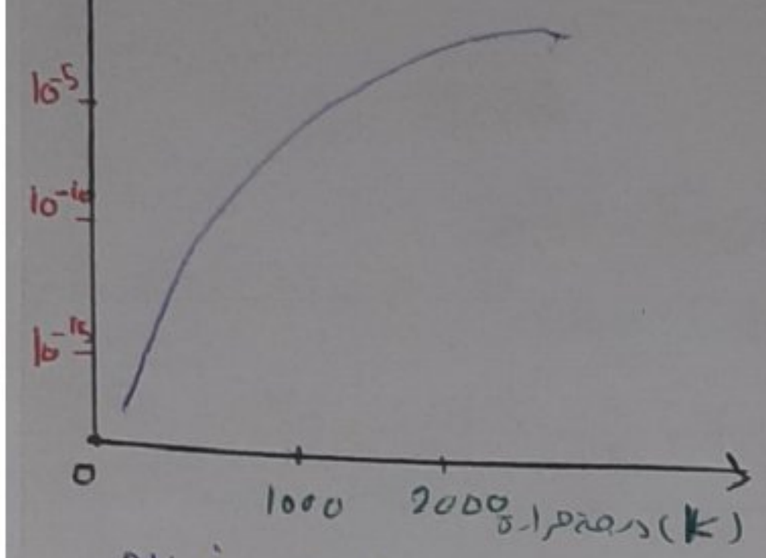
$$K_c = \frac{\text{ناتجة}\uparrow}{\text{متفاعلة}\downarrow}\uparrow$$

وظيفة ● نشاط -12- ص72

سؤال ناتاص 81 - أسئلة الوحدة-

المخطط البياني الآتي يمثل قيم مختلفة لثابت التوازن K_c بدلالة درجة الحرارة والمطلوب:

$$\frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{(g)}$$



بين فيما إذا كان التفاعل ماص أم ناشر للحرارة.

من المنحنى البياني لدينا:
ترتفع درجة الحرارة بارتفاع K_c
- عند رفع درجة الحرارة يرجح التفاعل بالاتجاه الماص
- عند زيادة K_c يرجح التفاعل بالاتجاه المباشر
⇐ التفاعل المباشر ماص للحرارة
التفاعل العكسي ناشر للحرارة.

4) تأثير الحفاز في التوازن:

لا يؤثر الحفاز في حالة التوازن والذي قيمة ثابت التوازن وإنما يسرع الوصول إلى حالة التوازن.

علل: إضافة حفاز تسرع الوصول إلى حالة التوازن.
لأن الحفاز يزيد من سرعة التفاعل المباشر والعكسي بالمقدار ذاته.

MAJD. SHADDAD
0949198466
سلسلة - التجمع - التعليمي
T:@majd223

سؤال ثالث ص 77 - أسئلة الدرس -

لديك التفاعل الآتي:

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

$\Delta H < 0$ ← ناشر ← المباشر ناشر

والمطلوب:

1) اكتب عبارة ثابت التوازن K_c و K_p

2) اكتب العلاقة بين K_p و K_c

3) بين تأثير خفض درجة الحرارة على حالة التوازن مع التفسير.

4) بين تأثير إضافة حفاز على حالة التوازن وقيمة ثابت التوازن

5) اقترح طريقة تودي إلى زيادة قيمة ثابت التوازن مع علل إجابتك.

الحل:

1)

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

$$K_p = \frac{P^2_{NO_2}}{P^2_{NO} \cdot P_{O_2}}$$

2)

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta N}$$

$$\Delta N = n_2 - n_1 = 2 - 3 = -1$$

$$\Rightarrow K_p = K_c (RT)^{-1}$$

$$\rightarrow \boxed{K_p = \frac{K_c}{RT}}$$

3) يرجح التفاعل بالاتجاه المباشر لأنه الاتجاه الناشر للحرارة

4) لا يؤثر إضافة حفاز في حالة التوازن ولا في قيمة ثابت التوازن K_c

5) عامل

$$\uparrow K_c = \frac{[\text{نواتج}]}{[\text{متفاعلات}]} \uparrow$$

تخفيض درجة الحرارة، حيث يرجح التفاعل بالاتجاه الناشر وبالتالي تزداد المواد الناتجة وتنخفض المواد المتفاعلة وهذا يؤدي إلى زيادة قيمة K_c.

حساب قيمة ثابت التوازن من خلال المعادلات افتراضية

1) إذا ضربت معادلة تفاعل بمعاملها (رقم مثلاً) فإن ثابت التوازن الجديد يُرفع إلى أس يساوي ذلك المعامل.

$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + D_{(g)}$ $\quad K_{c_1}$

$nA_{(g)} + nB_{(g)} \rightleftharpoons nC_{(g)} + nD_{(g)}$

$\Rightarrow K_{c_2} = (K_{c_1})^n$

2) إذا عكس التفاعل فإن قيمة ثابت التوازن الجديد يساوي مقلوب قيمة ثابت التوازن الأول:

$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + D_{(g)}$ $\quad K_{c_1}$

$C_{(g)} + D_{(g)} \rightleftharpoons A_{(g)} + B_{(g)}$

$K_{c_2} = \frac{1}{K_{c_1}}$

3) ثابت التوازن لتفاعل يساوي جداء ثوابت التوازن للمراحل التي تشكل هذا التفاعل:

$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + D_{(g)}$ $\quad K_{c_1}$

$C_{(g)} + F_{(g)} \rightleftharpoons G_{(g)} + A_{(g)}$ $\quad K_{c_2}$ (+)

$B_{(g)} + F_{(g)} \rightleftharpoons G_{(g)} + D_{(g)}$

$K_c = K_{c_1} \times K_{c_2}$

تطبيق-6- ص 73

احسب قيمة ثابت التوازن بدلالة التراكيز K_c للتفاعل:

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

اعتماد أعلى التفاعلين:

1) $Fe_{(s)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons FeO_{(s)} + CO_{(g)}$

$K_{c_1} = 1.47$

2) $Fe_{(s)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons FeO_{(s)} + H_{2(g)}$

$K_{c_2} = 2.38$

الحل: نعمل من المعلوم للوصول للشكل المجهول ونحسب.

نبقي المعادلة الأولى كما هي (1)

نعكس المعادلة الثانية: ⇐ (2)

$FeO_{(s)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons Fe_{(s)} + H_2O_{(g)}$

$K'_{c_2} = \frac{1}{K_{c_2}} = \frac{1}{2.38}$

نجمع (1) مع (2)

$Fe_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons FeO_{(s)} + CO_{(g)}$

$FeO_{(s)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons Fe_{(s)} + H_2O_{(g)}$

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

$K_c = K_{c_1} \times K'_{c_2}$

$= 1.47 \times \frac{1}{2.38} = \frac{147}{238}$

MAJD.SHADDAD
0949198466
سلسلة - التجمع - التعليمي
T:@majd223

مسألة 1 دورة 2018 أول

يجري في وعاء مغلق التفاعل المتوازن الآتي المُمثل بالمعادلة الآتية:

$A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + 2D_{(g)}$

عند درجة حرارة 20°C.

فإذا كانت التراكيز الابتدائية $[A]=0.5\ mol.L^{-1}$ ، $[B]=0.6\ mol.L^{-1}$

و $[C]=[D]=0$

والمطلوب:

1) اكتب العلاقة المعبرة عن ثابت التوازن بدلالة التراكيز وبدلالة الضغوط الجزئية واكتب العلاقة بينهما

2) إذا علمت أن $k_1=10^{-2}$ احسب سرعة التفاعل المباشر v_1 الابتدائية

3) إذا علمت أنه عند بلوغ التوازن (تراكيز توازن) كان تركيز $[D]=0.4\ mol.L^{-1}$ احسب قيمة ثابت التوازن K_c

4) احسب قيمة K_p لهذا التفاعل

5) احسب قيمة سرعة التفاعل العكسي عند التوازن v_2

6) احسب النسبة المئوية المتفاعلة من A للوصول لحالة التوازن (كل وكل)

7) ما أثر زيادة كمية المادة B فقط على حالة التوازن

الحل:

1) $K_c=\frac{[C][D]^2}{[A][B]^2}$

$K_p=\frac{P_{(C)}\cdot P_{(D)}^2}{P_{(A)}\cdot P_{(B)}^2}$

$K_p=K_c\,(RT)^{\Delta N}$

$\Delta N=n_2-n_1 \rightarrow \Delta N=3-3=0$

$\Rightarrow K_p=K_c\,(RT)^0$

$K_p=K_c$

2) $v_1=?\ ,\ k_1=10^{-2}$

$v_1=k_1[A]_0[B]_0^2$

$v_1=10^{-2}[0.5][0.6]^2$

$=10^{-1}\times 5\times 10^{-1}\times 36\times 10^{-2}$

$v_1=180\times 10^{-5}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$

3)

	$A + 2B \rightleftharpoons$	C	$+2D$
ابتدائي	0.5	0.6	0	0
تفاعل	x	$2x$		
توازن	$0.5-x$	$0.6-2x$	x	$2x$

عند بلوغ التوازن كان $[D]_{eq}=0.4\ mol.L^{-1}$

$\Rightarrow 2x=0.4 \Rightarrow \boxed{x=0.2\ mol.L^{-1}}$

نعوض x في $[A]_{eq}$ ، $[B]_{eq}$ ، $[C]_{eq}$ ونحسب K_c

$[A]_{eq}=0.5-x$

$=0.5-0.2=0.3\ mol.L^{-1}$

$[B]_{eq}=0.6-2(x)$

$=0.6-2(0.2)=0.2\ mol.L^{-1}$

$[C]_{eq}=x \Rightarrow [C]_{eq}=0.2\ mol.L^{-1}$

$K_c=\frac{[C][D]^2}{[A][B]^2}$

$K_c=\frac{2\times10^{-1}\times(4\times10^{-1})^2}{5\times10^{-1}\times(2\times10^{-1})^2}$

$=\frac{2\times16\times16\times10^{-2}}{5\times16\times4\times10^{-2}}$

$\Rightarrow K_c=\frac{2}{3}$

4) $K_p=K_c(RT)^{\Delta N}$ $\quad \Delta N=3-3=0$

$K_p=K_c(RT)^0$

$K_p=K_c=\frac{2}{3}$

5) $v_2=\frac{k_2}{5}[C]_{eq}[D]_{eq}^2$

$K_c=\frac{k_1}{k_2} \Rightarrow k_2=\frac{k_1}{K_c}$

$\Rightarrow k_2=\frac{10^{-2}}{\frac{2}{3}}$

$k_2=\frac{3\times10^{-2}}{2}$

6) $v_2=\frac{3}{2}\times10^{-2}\times2\times10^{-1}\times16\times10^{-2}$

$v_2=48\times10^{-5}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$

$x=0.2\ mol$ يتفاعل منها $0.5\ mol$ كل $100\ mol$

(بالتوضيح)

y يتفاعل منها $100\ mol$ كل

$y=\frac{0.2\times100}{0.5}=40\ mol.L^{-1}$

وكنسبة مئوية 40%

7) زيادة B ؟ حسب لوشاتولييه

عامل: شروع تنقص B

توضيح: $A + 2B \rightleftharpoons C + 2D$

يرجح التفاعل بالاتجاه المباشر.

يُنزاح التوازن بالاتجاه المباشر.

مسألة 2 دورة 2018 ثانية

يجري التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية

$A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 3D_{(g)}$

عند درجة حرارة مناسبة في وعاء مغلق حجمه $10L$ وعند بلوغ التوازن كان

عدد مولات المادة A يساوي $5\ mol$

وعدد مولات B يساوي $2\ mol$

وعدد مولات D يساوي $3\ mol$

والمطلوب:

1) احسب قيمة ثابت التوازن بدلالة التراكيز

2) التركيز الابتدائي لكل من المادتين A ، B

3) النسبة المئوية المتفاعلة من المادة B عند بلوغ التوازن.

4) ما قيمة K_p لهذا التفاعل.

5) بين أثر إضافة حفاز لهذا التفاعل. مع التعليل.

MAJD. SHADDAD
0949198466
سلسلة - التجمع - التعليمي II
T: @ majd223

1 نحسب تراكيز الفازات عند التوازن:

من القانون $C = \frac{n}{V}$

$[A]_{eq} = \frac{5}{10} = 0.5\ mol.L^{-1}$

$[B]_{eq} = \frac{2}{10} = 0.2\ mol.L^{-1}$

$[D]_{eq} = \frac{3}{10} = 0.3\ mol.L^{-1}$

$K_c = \frac{[D]^3}{[A][B]^2}$

$K_c = \frac{27\times10^{-3}}{(5\times10^{-1})\times(4\times10^{-2})}$

$K_c = \frac{27}{20}$

2

$A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 3D_{(g)}$

	$A_{(g)}$	$2B_{(g)}$	$3D_{(g)}$
بدء	C_1	C_2	0
بعد التوازن	$C_1 - x = 0.5$	$C_2 - 2x = 0.2$	$3x$

عند التوازن تادي 0.3

$\Rightarrow 3x = 0.3\ mol.L^{-1}$

$\Rightarrow \boxed{x = 0.1\ mol.L^{-1}}$

نعوض x في A و B ونوجد التراكيز الابتدائية

$[A]_0 = C_1 - x = 0.5$

$C_1 - 0.1 = 0.5$

$\Rightarrow [A]_0 = 0.6\ mol.L^{-1}$

$[B]_0 = C_2 - 2x = 0.2$

$\Rightarrow [B]_0 = C_2 - 2(0.1) = 0.2$

$\Rightarrow [B]_0 = 0.4\ mol.L^{-1}$

3 كل $0.4\ mol.L^{-1}$ يتفاعل منها $2x = 0.2$ ($x = 0.1\ mol.L^{-1}$)

كل $100\ mol.L^{-1}$ يتفاعل منها $Z\ mol.L^{-1}$

$Z = \frac{0.2\times100}{0.4} = 50\ mol.L^{-1}$

والنسبة المئوية $Z = 50\%$

4 $K_p = K_c (RT)^{\Delta N}$

$\Delta N = n_2 - n_1 \Rightarrow 3 - 3 = 0$

$\Rightarrow K_p = K_c (RT)^0$ ($(RT)^0 = 1$)

$\Rightarrow K_p = K_c = \frac{27}{20}$

5 لا يؤثر إضافة حفّاز على حالة التوازن ولا على قيمة K_c لأنه إضافته يسرع الوصول لحالة التوازن وبالتالي يزيد من سرعة التفاعل المباشر والمعاكس بالمقدار ذاته

مسألة 3 مشابهة لتطبيق 8 ص 73

وضع 4 mol من PCl_5 في وعاء سعته 2L وسخن الوعاء إلى الدرجة 500K يتفكك منه 10% عند بلوغ التوازن وفق

$PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$

والمطلوب حساب:

1 ثابت التوازن K_c ثم K_p علماً أن $R = 0.082\ atm.L.mol^{-1}.K^{-1}$

2 بين أثر زيادة حجم الوعاء

3 اقترح طريقتين تؤدي لزيادة $[PCl_5]$ أو $[Cl_2]$

الحل:

1 نحسب التركيز الابتدائي لـ PCl_5:

$C_0 = \frac{n}{V} = \frac{4}{2} = \boxed{2\ mol.L^{-1}}$

	$PCl_{5(g)}$	$\rightleftharpoons PCl_{3(g)}$	$+ Cl_{2(g)}$
بدء	2	0	0
تفاعل	$2-x$	x	x

كل $1\ mol.L^{-1}$ من PCl_5 يتفكك منه $x\ mol.L^{-1}$

كل $100\ mol.L^{-1}$ من PCl_5 يتفكك $10\ mol.L^{-1}$

$x = \frac{10\times2}{100} = \boxed{0.2\ mol.L^{-1}}$

نعوض في المواد المتفاعلة والناتجة ونحسب التراكيز عند التوازن.

7

$K_p = K_c (RT)^{\Delta N}$

$\Delta N = n_2 - n_1 = 2 - 1 = 1$

$K_p = K_c (RT)$

$K_p = \frac{1}{45}\times0.082\times500$

$\Rightarrow K_p = \frac{41}{45}$

2 حاشية: $P = \frac{n}{V}RT$

زيادة حجم الوعاء يؤدي إلى نقصان الضغط الكلي، وبالتالي يرجح التفاعل بجهة عدد المولات الغازية الأكثر ⟸ يرجح التفاعل بالاتجاه المباشر

3 1- بزيادة كمية $[PCl_5]$

2- بخفض الضغط الكلي فقط.

انتهى درس التوازن الكيميائي.

انتهت الوحدة الثالثة ...

المدرس - مجد - شداد
سلسلة - التجمع - التعليمي
T: @majd223
0949198466