تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

التطور التلقائي لمجموعة

I) خارج التفاعل وثابتة التوازن:

1) تعريف

نعتبر التحول الكيميائي،الذي نقرن به المعادلة التالية:

$$\alpha\, A_{(aq)} + \beta\, B_{(aq)} \underset{1}{\overset{2}{\rightleftharpoons}} \gamma\, C_{(aq)} + \delta\, D_{(aq)}$$

المعاملات الستوكيوميترية. α ، β ، γ و δ

خارج هذا التفاعل Q_r تعطيه العلاقة التالية: $Q_r = \dfrac{[C]^{\gamma}.[D]^{\delta}}{[A]^{\alpha}.[B]^{\beta}}$ و هومقدار بدون وحدة .

وعند التوازن ، تبقى تراكيز مختلف الأنواع ثابتة، فيأخذ خارج التفاعل قيمة ثابتة تسمى بثابتة التوازن K .

تكتب كما يلي : $K = Q_{r,éq} = \dfrac{[C]_{éq}^{\gamma}\ [D]_{éq}^{\delta}}{[A]_{éq}^{\alpha}\ [B]_{éq}^{\beta}}$

ثابتة التوازن K مقدار بدون وحدة ، وهي لا تتعلق سوى بدرجة الحرارة.

2) تحديد قيمة خارج التفاعل.

1-2) تمرين تطبيقي:

نعتبر محلولا مائيا حجمه **V** ، يحتوي على: ثنائي اليود $I_{2(aq)}$ وأيونات اليودور $I^-_{(aq)}$ وأيونات ثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}(aq)$ وأيونات رباعي ثيونات $S_4O_6^{2-}(aq)$.

هذه المجموعة مقر تفاعل كيميائي معادلته :

$$I_{2\,(aq)} + 2\, S_2O_{3\,(aq)}^{2-} \rightleftharpoons 2\, I^-_{(aq)} + S_4O_{6\,(aq)}^{2-}$$

التركيز البدئي لكل من هذه الأنواع الكيميائية في الخليط هو:

$[I_2]_o = 0,2mol/L$ ، $[S_2O_3^{2-}]_o = 0,3mol/L$

$[I^-]_o = 0,5mol/L$ ، $[S_4O_6^{2-}]_0 = 0,02mol/L$

أ) أعط خارج هذا التفاعل.

ب) احسب قيمته .

* في الحالة البدئية.

* في اللحظة t حيث : $[I_2] = 0,15mol/L$

أ)تعبير خارج التفاعل في الحالة البدئية: $Q_{r,o} = \dfrac{[I^-]_o^2 \times [S_4O_6^{2-}]_o}{[I_2]_o \times [S_2O_3^{2-}]_o^2}$

ب) قيمة خارج التفاعل: $Q_r = \dfrac{(0,5)^2 \times (0,02)}{(0,2)\times(0,3)^2} \approx 0,28$

ج) من أجل تحديد قيمة خارج التفاعل عند اللحظة t حيث $[I_2] = 0,15mol/L$ نرسم جدول التقدم:

معادلة التفاعل	$S_4O_{6\,(aq)}^{2-}$ + $I^-_{(aq)}$	$\rightleftharpoons$	2 $S_2O_{3\,(aq)}^{2-}$	+ 2 $I_{2\,(aq)}$
الحالة	التقدم	التراكيز المولية الفعلية		
البدئية	0	0,02	0,5	0,3	0,2

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

خلال التحول	$\frac{x}{V}$	$0,02+\frac{x}{V}$	$0,5+2.\frac{x}{V}$	$0,3-2.\frac{x}{V}$	$0,2-\frac{x}{V}$

ولدينا عند اللحظة t: $[I_2]=0,2-\frac{x}{V}=0,15mol/L \Leftarrow \frac{x}{V}=0,2-0,15=0,05mol/L$

$$Q_r=\frac{[I^-]^2.[S_4O_6^{2-}]}{[I_2].[S_2O_8^{2-}]^2}=\frac{(0,5+2\times0,05)^2.(0,02+0,05)}{(0,2-0,05).(0,3-2\times0,05)^2}=\frac{0,6^2.0,07}{0,15.0,2^2}=4,2$$

II) معيار التطور التلقائي لمجموعة

1) تعميم

نعتبر التفاعل : $I_{2\,(aq)} + 2\ S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} 2\ I^-_{(aq)} + S_4O_6^{2-}{}_{(aq)}$

بصفة عامة تتطور مجموعة كيميائية وفق المنحى الذي يجعل خارج التفاعل يؤول نحو ثابتة التوازن K. (أي المجموعة تتطور ما دامت $Q_r \neq K$).

- في كل لحظة، يمكننا تحديد قيمة خارج التفاعل المقرون بتحول كيميائي معين.
- و لتحديد المنحى التلقائي لتطور ا لمجموعة الكيميائية ، نقارن هذه القيمة مع ثابتة التوازن K.

وهناك ثلاث حالات ممكنة:

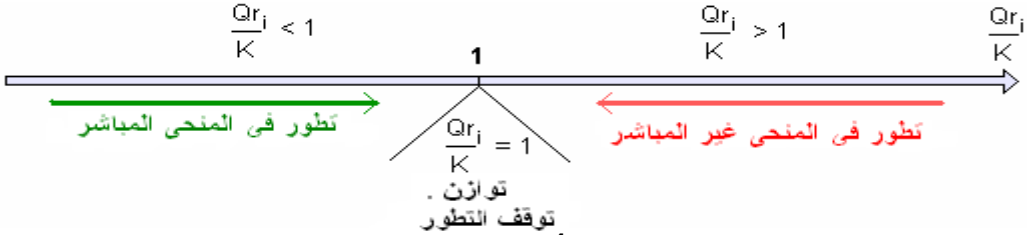
$Q_r=K$: المجموعة تكون في حالة توازن ولا تخضع لأي تطور.

$Q_r<K$: تتطور المجموعة في المنحى الذي يؤدي إلى تزايد قيمة Q_r أي تزايد البسط $[C]^{\gamma}.[D]^{\delta}$ ويتناقص المقام $[A]^{\alpha}.[B]^{\beta}$ إلى أن يصبح الخارج مساويا لـ: $Q_r=K$.

وهو ما يوافق منحى تكون النواتج C و D . المجموعة تتطور (في المنحى المباشر).أي المنحى (1).

$Q_r>|K$: تتطور المجموعة في المنحى الذي يؤدي إلى تناقص قيمة Q_r أي تناقص البسط $[C]^{\gamma}.[D]^{\delta}$ وتزايد المقام $[A]^{\alpha}.[B]^{\beta}$ إلى أن يصبح الخارج مساويا لـ: $Q_r=K$.

وهو ما يوافق منحى تكون المتفاعلات A و B المجموعة تتطور (في المنحى غير المباشر)أي المنحى (2) .



ملحوظة: عندما تكون ثابتة التوازن k أكبر من 10^4 يكون التفاعل كليا. في هذه الحالة يستعمل سهم منفرد في معادلة التفاعل.

2) تطبيق1: التفاعل حمض ـ قاعدة

ننجز الخليط التالي:

- $v_1=10mL$ من محلول مائي لحمض الإيثانويك ، تركيزه : $c_1=5\times10^{-2}mol/L$.
- $v_2=5mL$ من محلول للأمونياك ، تركيزه : $c_2=5\times10^{-2}mol/L$.
- $v_3=5mL$ من محلول مائي لإيثانوات الصوديوم ، تركيزه : $c_3=10^{-1}mol/L$.
- $v_4=10mL$ من محلول لكلورور الأمونيوم ، تركيزه : $c_4=10^{-1}mol/L$.

1)أعط تعبير خارج التفاعل الحاصل بين حمض الإيثانويك والأمونياك وحدد قيمته البدئية.

2)أوجد منحى التطور التلقائي لهذه المجموعة.

نعطي : $pk_{A_1}=4,8$ بالنسبة للمزدوجة: $CH_3COOH\ /\ CH_3COO^-$.

$pk_{A_2}=9,2$ بالنسبة للمزدوجة : $NH_4^+\ /\ NH_3$.

الإجابة:

1- معادلة التفاعل: $CH_3COOH + NH_3 \rightleftharpoons CH_3COO^- + NH_4^+$

$$Q_{r_i}=\frac{[CH_3COO^-]_i\times[NH_4^+]_i}{[CH_3COO^-]_i\times[NH_3]_i}$$

مباشرة بعد مزج الخليط لدينا:

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

$n_i(CH_3COOH) = c_1v_1$ $\quad$ $n_i(CH_3COO^-) = c_3v_3$

$n_i(NH_3) = c_2v_2$ $\quad$ $n_i(NH_4^+) = c_4v_4$

التراكيز الموافقة:

$[CH_3COOH] = \frac{c_1v_1}{V}$ $\quad$ $[CH_3COO^-] = \frac{c_3v_3}{V}$

$[NH_3] = \frac{c_2v_2}{V}$ $\quad$ $[NH_4^+] = \frac{c_4v_4}{V}$

مع : $V = v_1 + v_2 + v_3 + v_4$

إذن: $Q_{r_i} = \frac{c_3v_3 \times c_4v_4}{c_1v_1 \times c_2v_2} = \frac{10^{-1} \times 5.10^{-3} \times 10^{-1} \times 1010^{-3}}{5.10^{-2} \times 10.10^{-3} \times 510^{-2} \times 5.10^{-3}} = 4$

2)ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل :

$$K = \frac{[CH_3COO^-]_{éq} \times [NH_4^+]_{éq}}{[CH_3COO^-]_{éq} \times [NH_3]_{\&q}}$$

$$K = \frac{[CH_3CO_2^-]_{éq}[NH_4^+]_{éq}[H_3O^+]_{éq}}{[CH_3CO_2H]_{éq}[NH_3]_{éq}[H_3O^+]_{éq}} \Rightarrow K = \frac{Ka_1}{Ka_2} = 10^{pKa_2 - pKa_1} = 10^{9,2-4,8} = 2,5.10^4$$

تتطور المجموعة في المنحى المباشر. $\Leftarrow Q_r < K \Leftarrow \begin{cases} Q_r = 4 \\ K = 2,5.10^4 \end{cases}$

في هذه الحالة نلاحظ أن : $K > 10^4$ **إذن التفاعل السابق كلي في المنحى المباشر ويعبر عنه بسهم منفرد.**

2) تطبيق1: التفاعل أكسدة -اختزال

نعتبر التحول الكيميائي الذي نقرن به المعادلة التالية:

$$Ag_{(s)} + Fe^{3+}_{(aq)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Fe^{2+}_{(aq)}$$

ثابتة توازن هذا التفاعل ، عند درجة الحرارة $25°C$ **،هي** $K = 3,2$ **. نمزج بدئيا** $10^{-2}\,mol$ **من أيونات الحديد III و** $5.10^{-2}\,mol$ **من ايونات الفضة و** $2.10^{-2}\,mol$ **من أيونات الحديد II في حجم** $V = 500mL$ **من الماء المقطر ،ونغمر في المحلول سلكا من الفضة.**

1) ما المنحى التلقائي لتتطور هذه المجموعة؟

2)أنشيء جدولا وصفيا لتطور هذه المجموعة .

3) حدد قيمة التقدم عند التوازن .

4) احسب تراكيز جميع الأنواع المتواجدة في الحلول عند التوازن .

الإجابة:

1) خارج التفاعل: $Q_r = \frac{[Ag^+][Fe^{2+}]}{[Fe^{3+}]} = \frac{\frac{5.10^{-2}}{0,5} \times \frac{2.10^{-2}}{0,5}}{\frac{10^{-2}}{0,5}} = \frac{0,1 \times 0,04}{0,02} = 0,2$ **ولدينا:** $K = 3,2$

إذن : $Q_r < K$ $\Leftarrow$ **التوازن ينتقل في منحى زيادة خارج التفاعل أي منحى تكون النواتج (المنحى المباشر).**

2)

معادلة التفاعل	$Ag_{(s)} + Fe^{3+}_{(aq)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Fe^{2+}_{(aq)}$				
الحالات	التقدم	كميات المادة			
البدئية	0	2.10^{-2}	5.10^{-2}		10^{-2}	n_o

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

التحول	x	$2.10^{-2}+x$	$5.10^{-2}+x$		$10^{-2}-x$	n_o-x
التوازن	$x_{éq}$	$2.10^{-2}+x_{éq}$	$5.10^{-2}+x_{éq}$		$10^{-2}-x_{éq}$	$n_o-x_{éq}$

3)ثابتة التوازن:

$$\frac{(5.10^{-2}+x_{éq})(2.10^{-2}+x_{éq})}{10^{-2}-x_{éq}}=1,6 \Leftarrow K=\frac{[Ag^+]_{éq}.[Fe^{2+}]_{éq}}{[Fe^{3+}]_{éq}}=\frac{\frac{5.10^{-2}+x_{éq}}{0,5}\times\frac{2.10^{-2}+x_{éq}}{0,5}}{\frac{10^{-2}-x_{éq}}{0,5}}=3,2$$

$$\sqrt{\Delta}=\sqrt{(1,67)^2+4\times0,015} \qquad {x_{éq}}^2+1,67x_{éq}-0,015=0 \Leftarrow$$

$$x_{éq}=\frac{-1,67+\sqrt{2,8489}}{2}=8,93\times10^{-3}\,mol$$

4) تراكيز جميع الأنواع المتواجدة في الحلول عند التوازن:

$$[{F_e}^{3+}]=\frac{n({F_e}^{3+})}{V}=\frac{10^{-2}-x_{éq}}{0,5}=\frac{10^{-2}-8,93\times10^{-3}}{0,5}=2,14\times10^{-3}\,mol/l$$

$$[{F_e}^{2+}]=\frac{n({F_e}^{2+})}{V}=\frac{2\times10^{-2}+x_{éq}}{0,5}=\frac{2\times10^{-2}+8,93\times10^{-3}}{0,5}=57,86\times10^{-3}\approx5,8\times10^{-2}\,mol/l$$

$$[Ag^+]=\frac{n(Ag^+)}{V}=\frac{5\times10^{-2}+x_{éq}}{0,5}=\frac{5\times10^{-2}+8,93\times10^{-3}}{0,5}=0,11786\approx0,12mol/l$$

ملحوظة:

نشير كذلك إلى أنه مادامت نسبة التقدم النهائي لم تبلغ قيمتها الحدية، فإن المجموعة تتطور.

نسبة التقدم النهائي : $\tau=\frac{x_f}{x_{max}}$ **ولدينا** $0\le\tau\le1$

- إذا كان $\tau=0\Leftarrow$ **التفاعل لم يحدث.**

- إذا كان $\tau=1\Leftarrow$ **التفاعل كلي .**

- إذا كان $\tau<0\Leftarrow$ **التفاعل محدود.**

SBIRO Abdelkrim Lycée Agricole Oulad-Taima E-MAIL sbiabdou@yahoo.fr

Pour toute observation contactez moi

المملكة المغربية

الله ولي التوفيق.