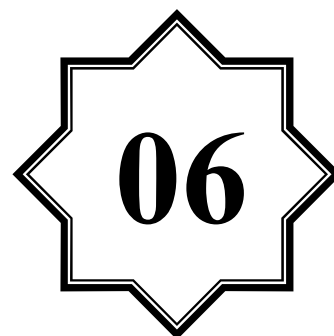


عروض نظرية و تمارين

من التطورات الحديثة

مراقبة تطور جملة كيميائية



الشعب : علوم تجريبية
رياضيات ، تقني رياضي

www.sites.google.com/site/faresfergani

السنة الدراسية : 2014/2015

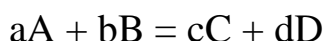
المحتوى المفاهيمي : 02

جهة التطور التلقائي لجملة كيميائية

جهة التطور التلقائي لجملة كمائية

• تذكير بكسر التفاعل Q_r :

في التحول الكيميائي الذي تدخل فيه الأنواع الكيميائية A ، B ، C ، D و المنذج بالمعادلة التالية :



في لحظة t من التفاعل ، نعرف كسر التفاعل الذي يرمز له بـ Q_r و هو بدون وحدة بالعلاقة :

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

- في وسط تفاعلي مائي ، لا يدخل في عبارة كسر التفاعل Q_r المذيب و كل نوع كيميائي غازي أو صلب أي يعوض كل من المذيب (الماء) و تركيز النوع الكيميائي الغازي أو الصلب في عبارة كسر التفاعل Q_r بالقيمة 1 .
- كسر التفاعل ليس له وحدة .

• التطور التلقائي لتحول كيميائي :

يمثل كسر التفاعل Q_r معيار لتحديد و توقع اتجاه تطور جملة كيميائية فإذا كان :

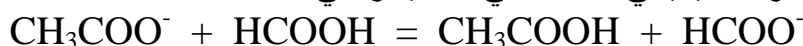
- $Q_{ri} = K$: الجملة لا تتطور فهي في حالة التوازن .
- $Q_{ri} < K$: الجملة تتطور في الاتجاه المباشر لمعادلة التفاعل .
- $Q_{ri} > K$: الجملة تتطور في الاتجاه المعاكس لمعادلة التفاعل .

التمرين (1) :

نأخذ ثلاث بياشر A ، B ، C و نضع فيها المحاليل المذكورة في الجدول الآتي و التي لها التراكيز المولية نفسها $C = 0.1 \text{ mol/L}$. بعد الرج و الاستقرار نقيس pH كل خليط و ندون النتائج في نفس الجدول .

	البياشر	A	B	C	Ka
01	$V_1(\text{mL})$ محلول إينوات الصوديوم ($\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$)	10	1	1	
02	$V_2(\text{mL})$ محلول حمض الميثانويك HCOOH	10	5	1	$\text{Ka}_1 = 1.8 \cdot 10^{-4}$
03	$V_3(\text{mL})$ محلول حمض الإيثانويك CH_3COOH	10	20	10	$\text{Ka}_2 = 1.8 \cdot 10^{-5}$
04	$V_4(\text{mL})$ محلول ميثانوات الصوديوم HCOONa	10	10	1	
	pH	4.2	3.7	3.8	

معادلة التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي الحادث في كل بياشر هي :



- 1- أكتب عبارة كسر التفاعل Q_r .
- 2- أحسب ثابت التوازن الكيميائي لهذا التفاعل .
- 3- بين أن كسر التفاعل الابتدائي Q_{ri} يعبر عنه بالعلاقة :

$$Q_{ri} = \frac{V_3 \cdot V_4}{V_1 \cdot V_2}$$

- 4- أحسب كسر التفاعل الابتدائي Q_{ri} و استنتج جهة تطور الجملة الكيميائية في كل مزيج .

الاجوبة :

- 1- عبارة كسر التفاعل :

$$Q_r = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{HCOO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{HCOOH}]}$$

- 2- ثابت التوازن K :
عند حدوث التوازن يكون :

$$K = Q_{rf} = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]_f \cdot [\text{HCOO}^-]_f}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_f \cdot [\text{HCOOH}]_f}$$

نضرب و نقسم على $[\text{H}_3\text{O}^+]$ نجد :

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]_f}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_f \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_f} \cdot \frac{[\text{HCOO}^-]_f \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_f}{[\text{HCOOH}]_f} = \frac{1}{K_{a2}} \cdot K_{a1}$$

$$K = \frac{K_{a1}}{K_{a2}} \rightarrow K = \frac{1.8 \cdot 10^{-4}}{1.8 \cdot 10^{-5}} = 10$$

3- عبارة كسر التفاعل الابتدائي :

$$Q_{ri} = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]_i \cdot [\text{HCOO}^-]_i}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_i \cdot [\text{HCOOH}]_i}$$

$$Q_{ri} = \frac{\frac{n_i(\text{CH}_3\text{COOH})}{V_s} \cdot \frac{n_i(\text{HCOO}^-)}{V_s}}{\frac{n_i(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{V_s} \cdot \frac{n_i(\text{HCOOH})}{V_s}} = \frac{n_i(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot n_i(\text{HCOO}^-)}{n_i(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot n_i(\text{HCOOH})}$$

$$Q_{ri} = \frac{C_3 V_3 \cdot C_4 V_4}{C_1 V_1 \cdot C_2 V_2}$$

و كون أن تراكيز المحاليل متساوية أي :

$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C$$

يصبح :

$$Q_{ri} = \frac{V_3 \cdot V_4}{V_1 \cdot V_2}$$

4- قيمة Q_{ri} في كل مزيج و جهة تطور الجملة :
المزيج A :

$$Q_{ri} = \frac{10 \cdot 10}{10 \cdot 10} = 1$$

نلاحظ أن $Q_{ri} < K$ ، نستنتج أن الجملة تتطور في الاتجاه المباشر ، أي في جهة تشكل الأستر .
المزيج B :

$$Q_{ri} = \frac{20 \cdot 10}{1.5} = 40$$

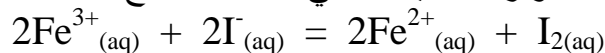
نلاحظ أن $Q_{ri} > K$ ، نستنتج أن الجملة تتطور في الاتجاه المعاكس ، أي في جهة تشكل الحمض .
المزيج B :

$$Q_{ri} = \frac{10 \cdot 1}{1.1} = 10$$

نلاحظ أن $Q_{ri} = K$ ، نستنتج أن الجملة لا تتطور في أي اتجاه .

التمرين (2) :

نعتبر تفاعل شوارد اليود I^- بواسطة شوارد الحديد الثلاثي Fe^{3+} بالمنذج بالمعادلة الكيميائية التالية :



حيث ثابت التوازن الكيميائي لهذا التفاعل هو : $K = 1.2 \cdot 10^5$ في الاتجاه المباشر .
 نمزج في 1L حجم V_1 من محلول كبريتات الحديد الثلاثي يحتوي على 0.1 mol من شواراد الحديد الثلاثي Fe^{3+}
 مع حجم V_2 من محلول يود البوتاسيوم يحتوي على $5 \cdot 10^{-2}$ mol من شوارد اليود I^- مع حجم V_3 من محلول
 كبريتات الحديد الثنائي يحتوي على 0.1 mol من شوارد الحديد الثنائي Fe^{2+} مع حجم V_4 من محلول اليود يحتوي
 على $5 \cdot 10^{-4}$ mol من اليود I_2 المنحل .
 • حدد جهة تطور الجملة .

الأجوبة :

تحديد جهة تطور الجملة :

نحسب كسر التفاعل الابتدائي Q_{ri} .

$$Q_r = \frac{[Fe^{2+}]^2 \cdot [I_2]}{[Fe^{3+}]^2 \cdot [I^-]^2}$$

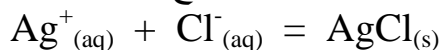
كون أن حجم الوسط التفاعلي هو 1L تكون كميات المادة للأنواع الكيميائية في الجملة مساوية لتراكيزها و عليه
 يمكن كتابة :

$$Q_r = \frac{n_i(Fe^{2+})^2 \cdot n_i(I_2)}{n_i(Fe^{3+})^2 \cdot n_i(I^-)^2} \rightarrow Q_r = \frac{(0.1)^2 \cdot (5 \cdot 10^{-4})}{(0.1)^2 \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2} = 0.2$$

نلاحظ أن $Q_{ri} < K$ ، نستنتج أن الجملة تتطور في الاتجاه المباشر .

التمرين (3) :

نعتبر تفاعل شوارد الفضة Ag^+ و شوارد الكلور Cl^- المنمذج بالمعادلة الكيميائية التالية :



ثابت التوازن لهذا التفاعل هو : $K = 5.6 \cdot 10^9$.

نمزج في 1L حجم V_1 من محلول نترات الفضة يحتوي على 10^{-6} mol من شوارد الفضة Ag^+ مع حجم V_2 من
 محلول كلور الصوديوم يحتوي على 10^{-6} mol من شوارد الكلور Cl^- .
 • حدد جهة تطور الجملة .

الأجوبة :

تحديد جهة تطور الجملة :

نحسب كسر التفاعل الابتدائي Q_{ri} .

$$Q_r = \frac{1}{[Ag^+] \cdot [Cl^-]}$$

كون أن حجم الوسط التفاعلي هو 1L تكون كميات المادة للأنواع الكيميائية في الجملة مساوية لتراكيزها و عليه
 يمكن كتابة :

$$Q_r = \frac{1}{n_i(Ag^+) \cdot n_i(Cl^-)}$$

$$Q_r = \frac{1}{10^{-6} \cdot 10^{-6}} = 10^{12}$$

نلاحظ أن $Q_{ri} > K$ ، نستنتج أن الجملة تتطور في الاتجاه المعاكس أي في جهة تفاعل كلور الفضة .