

التطور التلقائي لمجموعة كيميائية أنشطة وتمارين

التمرين التطبيقي 1

لدينا محلول مائي حجمه V يحتوي على ثنائي اليود $I_2(aq)$ وأيونات اليودور $I^-(aq)$ وأيونات ثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}(aq)$ وأيونات رباعي ثيونات $S_4O_6^{2-}(aq)$.

يمكن أن تكون هذه المجموعة مقرا لتفاعل كيميائي معادلته هي : $I_2(aq) + 2S_2O_3^{2-}(aq) \rightleftharpoons 2I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$:
التراكيز البدئية للأنواع الكيميائية الموجودة في هذه المجموعة :

$$[S_2O_3^{2-}]_0 = 0,30 \text{ mol} / \ell \quad [I_2]_0 = 0,20 \text{ mol} / \ell$$

$$[S_4O_6^{2-}]_0 = 0,020 \text{ mol} / \ell \quad [I^-]_0 = 0,50 \text{ mol} / \ell$$

1 - أعط تعبير خارج التفاعل المقرون بالمعادلة التفاعل الكيميائي .

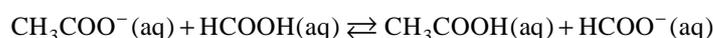
2 - أحسب قيمته

2 - 1 في الحالة البدئية

2 - 2 عند اللحظة t حيث $[I_2]_t = 0,15 \text{ mol} / \ell$

التمرين التطبيقي 2: تحديد منحنى تطور مجموعة

تتفاعل المزدوجتان $CH_3COOH(aq) / CH_3COO^-(aq)$ و $HCOOH(aq) / HCOO^-(aq)$ في الماء حسب المعادلة الكيميائية التالية



$$K_{A1}(HCOOH / HCOO^-) = 1,6 \cdot 10^{-4}$$

$$K_{A2}(CH_3COOH / CH_3COO^-) = 1,6 \cdot 10^{-5}$$

قيمة ثابتة التوازن المقرونة بهذا المعادلة الكيميائية عند $25^\circ C$ هي $K = \frac{K_{A1}}{K_{A2}} = 10$

نمزج في ثلاث كؤوس A و B و C محلول حمض الإيثانويك ومحلول إيثانوات الصوديوم ومحلول حمض الميثانويك ومحلول ميثانوات الصوديوم لها التركيز نفسه $C = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} / \ell$ وذلك حسب الحجم المبينة في الجدول التالي :

C	B	A	الكأس	
1,0	5,0	10,0	$V_1(m\ell)$	محلول حمض الميثانويك
1,0	10,0	10,0	$V_2(m\ell)$	محلول ميثانوات الصوديوم
10,0	20,0	10,0	$V_3(m\ell)$	محلول حمض الإيثانويك
1,0	1,0	10,0	$V_4(m\ell)$	محلول لإيثانوات الصوديوم
3,8	3,7	4,2	pH الخليط عند التوازن	
			$\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$	
			$\frac{[CH_3COO^-]_i}{[CH_3COOH]_i}$	
			$Q_{r,i}$	
			$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}}$	
			$\frac{[CH_3COO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}}$	
			$Q_{r,eq}$	

استثمار :

1 - أحسب في الحالة البدئية قيمتي النسبتين

$$Q_{r,i} = \frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i} \text{ و } \frac{[CH_3COO^-]_i}{[CH_3COOH]_i}$$

تعتبر أن حجم الخليط بالنسبة لكل مجموعة هو :

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

2 - عبر ، عند التوازن ، عن النسبتين

$$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} \text{ و } \frac{[CH_3COO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}}$$

بدلالة $[H_3O^+]$ و K_A . أحسب هاتين النسبتين

3 - استنتج قيمة خارج التفاعل في الحالة النهائية .

4 - ماذا يمكن أن نستنتج من مقارنة قيمة $Q_{r,i}$ مع

ثابتة التوازن K بخصوص تطور المجموعة ؟

التمرين 4

لتكن المجموعة الكيميائية التالية ، المحصلة بمزج

- $V_1 = 15,0 \text{ ml}$ من محلول يحتوي على أيونات

الفورميات $HCOO^-(aq)$ تركيزه $C_1 = 0,15 \text{ mol} / \ell$

- $V_2 = 15,0 \text{ ml}$ من محلول حمض النتروز HNO_2 تركيزه $C_2 = 0,20 \text{ mol} / \ell$

- $V_3 = 10,0 \text{ ml}$ من محلول حمض الفورميك $HCOOH$ تركيزه $C_3 = 0,10 \text{ mol} / \ell$

- $V_4 = 10,0 \text{ ml}$ من محلول يحتوي على أيونات النتريت NO_2^- تركيزها $C_4 = 0,10 \text{ mol} / \ell$

تعتبر معادلة التفاعل حمض - قاعدة التالية : $HCOO^-(aq) + HNO_2(aq) \rightleftharpoons HCOOH(aq) + NO_2^-(aq)$

- 1 - حدد التراكيز البدئية للأنواع المتواجدة في الخليط قبل بداية التطور .
- 2 - أعط تعبير الحرفي لخارج التفاعل . أحسب قيمته :
- 2 - 1 في الحالة البدئية
- 2 - 2 أثناء التطور عندما يصبح $[HCOO^-] = 0,020 \text{ mol/l}$
- 2 - 3 في أي منحى تتطور المجموعة ؟

التمرين 5

- يستعمل حمض الكلوريدريك في المسابيح لضبط ال pH ، أما تحت كلوريت الصوديوم فهو يستعمل كمظهر .
تم باستمرار مراقبة pH ماء المسبوح بواسطة مجس ويتم ضبطه أوتوماتيكيا بضخ المنتج المصحح ، بحيث يبقى pH في مستواه العادي (7,6-7,2) .
- 1 - خلال مراقبة ال pH قاس المجس القيمة $pH = 8,50$ ، تؤدي هذه القيمة إلى التهاب العين .
 - عين في هذه الحالة النوع المهيمن بالنسبة للمزدوجة $HClO / ClO^-$.
 - 2 - أحسب الخارج $[ClO^-] / [HClO]$ لحظة هذه المراقبة .
 - 3 - لإرجاع ال pH إلى قيمته العادية تم ضخ $0,10 \text{ mol}$ من حمض الكلوريدريك في ماء المسبوح . معادلة التفاعل الحاصل هي :
 $ClO^-(aq) + H_3O^+(aq) \rightleftharpoons HClO(aq) + H_2O(l)$. أحسب ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل .
 - 4 - الحالة البدئية للمجموعة هي كالتالي :
حجم ماء المسبوح $V = 1,0 \cdot 10^5 \text{ l}$ ،
يحتوي ماء المسبوح على $0,10 \text{ mol}$ من أيونات الأوكسونيوم H_3O^+
الخارج $[ClO^-] / [HClO]$ هو الذي تم حسابه في السؤال 2 -
 - 4 - 1 أحسب خارج التفاعل في الحالة البدئية
 - 4 - 2 حدد منحى تطور المجموعة بتطبيق معيار التطور التلقائي .
 - 4 - 3 انطلاقا من تعبير الثابتة الحمضية K_A و النسبة $[ClO^-] / [HClO]$ التي تم حسابها سابقا ، بين أن pH ماء المسبوح يتناقص .

التمرين 6

نعطي : عند $25^\circ C$: $pK_{A1}(HCOOH / HCOO^-) = 3,8$ و $pK_{A2}(HF / F^-) = 3,2$ الجداء الأيوني للماء $pK_e = 14$

I - تحديد تركيز المحلول S

- نأخذ حجما $V_0 = 15 \text{ ml}$ من المحلول S لحمض الميثانويك HCOOH تركيزه من المذاب المستعمل C_0 ونعايره بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C_B = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$. نحصل على التكافؤ عند إضافة الحجم $V_{BE} = 9 \text{ ml}$.
- 1 - أكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل المعايرة . أحسب ثابتة التوازن الموافقة لهذا التفاعل .
 - 2 - عند إضافة حجما $V_B = 6 \text{ ml}$ يكون pH المحلول هو $pH = 4$.
 - أحسب كمية مادة أيونات HO^- المتواجدة في المحلول . هل يمكن اعتبار أن هذا التحول كليا ؟ علل جوابك .
 - 3 - أحسب التركيز البدئي C_0 للمحلول .
 - 4 - كيف يمكن معلمة التكافؤ دون استعمال جهاز pH - متر ؟

II - منحى تطور مجموعة كيميائية

- نحضر محلولاً A و ذلك بمزج $V_A = 10 \text{ ml}$ من محلول فليورور الهيدروجين HF تركيزه المولي $C_A = 0,10 \text{ mol/l}$ و $V'_A = 40 \text{ ml}$ من محلول فليورور الصوديوم $(Na^+ + F^-)$ تركيزه المولي $C'_A = 0,20 \text{ mol/l}$.
- نحضر محلولاً B وذلك بمزج $V_B = 25 \text{ ml}$ من محلول حمض الميثانويك تركيزه المولي $C_B = 0,20 \text{ mol/l}$ و $V'_B = 25 \text{ ml}$ من محلول ميثانوات الصوديوم $(Na^+ + HCOO^-)$ تركيزه المولي $C'_B = 0,10 \text{ mol/l}$.
- قياس ال pH للمحلولين عند $25^\circ C$ يعطي بالنسبة للمحلول A : $pH_A = 4,1$ وبالنسبة للمحلول B : $pH_B = 3,5$.
- عند مزج المحلولين A و B يحدث التفاعل الكيميائي المنمذج بالمعادلة الكيميائية التالية :
 $HF_{(aq)} + HCOO^-_{(aq)} \rightleftharpoons F^-_{(aq)} + HCOOH_{(aq)}$
- 1 - أكتب ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل واحسب قيمتها .
 - 2 - أحسب خارج التفاعل $Q_{r,i}$ في الحالة البدئية واحسب قيمته . في أي منحى ستتطور المجموعة تلقائيا ؟ علل جوابك
 - 3 - أحسب التقدم النهائي x_f .
 - 4 - أحسب التقدم الأقصى x_{max}
 - 5 - استنتج نسبة التقدم τ خلال هذا التحول .