

حالة توازن مجموعة كيميائية

تصحيح السلسلة 2

تمرين 1 حالة التفاعل حمض - قاعدة كلي . *

نعتبر محلولا مائيا S لكلورور الهيدروجين تركيزه $C = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$. موصلية محلول $\sigma = 0,43 \text{ S.m}^{-1}$

1 - أكتب معادلة تفاعل كلورور الهيدروجين مع الماء .

2 - أعط تعبير الموصلية σ للمحلول بدلاة الموصليات المولية الأيونية وتركيز الأيونات المتواجدة في محلول .

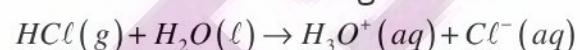
3 - حدد تركيز هذه الأيونات في محلول .

4 - ما هو استنتاجك بالنسبة لهذا التفاعل ؟

نعطي : $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35,0 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$, $\lambda_{\text{Cl}^-} = 7,63 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ عند درجة حرارة 25°C

الجواب :

1 - معادلة التفاعل :



2 - تعبير الموصلية σ

الجدول الوصفي للتفاعل :

نشئ الجدول الوصفي للتفاعل :

الحالة	القدم	$\text{HCl}(g)$	+	$\text{H}_2\text{O}(\ell)$	\rightarrow	$\text{H}_3\text{O}^+(aq)$	+	$\text{Cl}^-(aq)$
البدئية	0	$C_A V_A$		وغير		0		0
خلال التفاعل	x	$C_A V_A - x$		وغير		x		x
نهاية التفاعل	x_f	$C_A V_A - x_f$		وغير		x_f		x_f

عند نهاية التفاعل لدينا :

$$x_f = n_f (\text{H}_3\text{O}^+) = n_f (\text{Cl}^-) \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_f = [\text{Cl}^-]_f = \frac{x_f}{V}$$

$$\sigma = [\text{H}_3\text{O}^+]_f \cdot \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + [\text{Cl}^-]_f \cdot \lambda_{\text{Cl}^-} \Rightarrow \sigma = [\text{H}_3\text{O}^+]_f (\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-})$$

3 - تحديد تركيز الأيونات في محلول :

$$\sigma = [\text{H}_3\text{O}^+]_f (\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-}) \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_f = \frac{\sigma}{(\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-})} = 10 \text{ mol/l} = 10^{-2} \text{ mol/l}$$

$$[\text{Cl}^-]_f = [\text{H}_3\text{O}^+]_f = 10^{-2} \text{ mol/l}$$

بما أن $[\text{H}_3\text{O}^+]_f = C_A$ فإن التفاعل كلي .

تمرين 2

نقيس بواسطة خلية ($S = 1,0 \text{ cm}^2$; $L = 1,0 \text{ cm}$) قياس الموصلية ، موصلة محلول مائي لحمض البنزويك تركيزه $C = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$ فنجد : $G = 2,03 \cdot 10^{-4} \text{ S}$

1 - أكتب معادلة التفاعل الذي حدث في هذا محلول .

2 - حدد تركيز الأنواع الكيميائية الأيونية المتدخلة في هذا التفاعل .

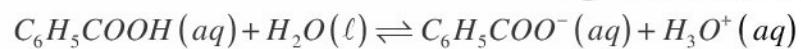
3 - أحسب نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل .

4 - أحسب ثابتة التوازن K المقرنة بمعادلة هذا التفاعل .

نعطي : $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35,0 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$, $\lambda_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-} = 3,23 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$

الجواب :

1 – معادلة التفاعل :



2 – تراكيز الأنواع الكيميائية الأيونية المتداخلة في التفاعل :
الأنواع الأيونية المتداخلة في التفاعل :



ننشئ الجدول الوصفي للتفاعل :

الحالة	التقدم	$C_6H_5COOH(aq) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons C_6H_5COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$			
البدئية	0	$C_A V_A$	وغير	0	0
خلال التفاعل	x	$C_A V_A - x$	وغير	x	x
نهاية التفاعل	x_f	$C_A V_A - x_f$	وغير	x_f	x_f

عند نهاية التفاعل لدينا :

$$x_f = n_f(H_3O^+) = n_f(Cl^-) \Rightarrow [H_3O^+]_f = [C_6H_5COO^-]_f = \frac{x_f}{V}$$

$$\sigma = [H_3O^+]_f \cdot \lambda_{H_3O^+} + [C_6H_5COO^-]_f \cdot \lambda_{C_6H_5COO^-} \Rightarrow \sigma = [H_3O^+]_f (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_6H_5COO^-})$$

$$[H_3O^+]_f = \frac{\sigma}{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_6H_5COO^-})} = 0,53 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$[C_6H_5COO^-]_f = [H_3O^+]_f = 0,53 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

3 – نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$$

$$x_f = [H_3O^+]_f \cdot V$$

$$x_{max} = C \cdot V$$

$$\tau = \frac{[H_3O^+]_f}{C} = 0,11 = 11\%$$

4 – ثابتة التوازن K المقدرة بمعادلة هذا التفاعل :

$$K = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f} = \frac{[H_3O^+]_f^2}{C - [H_3O^+]_f} = 6,28 \cdot 10^{-5}$$

تمرين 3 **

1 – أكتب معادلة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء .

2 – أكتب تعبير ثابتة التوازن K المقدرة بمعادلة هذا التفاعل .

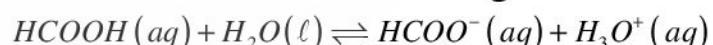
3 – نعتبر مجموعة كيميائية حجمها $V=100 \text{ ml}$ وتركيزها بحمض الميثانويك المأخوذ هو : $C=0,010 \text{ mol/l}$ علمًا، ثابتة التوازن $K=1,6 \cdot 10^{-4}$ في حالة التوازن ، ، تحقق من أن تقدم التفاعل في حالة التوازن هو :

$$1,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

4 – ما التراكيز الفعلية لمختلف الأنواع لكيميائية في حالة التوازن ؟ استنتج pH محلول .

الجواب :

1 – معادلة التفاعل :



2 – تعبير ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة هذا التفاعل :

$$K = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [HCOO^-]_f}{[HCOOH]_f} = \frac{[H_3O^+]^2_f}{C - [H_3O^+]_f}$$

3 – التتحقق من أ، تقدم التفاعل في حالة التوازن هو :

الجدول الوصفي للتفاعل :

نشئ الجدول الوصفي للتفاعل :

الحالة	التقدم	$HCOOH(aq)$	$+ H_2O(\ell) \rightleftharpoons HCOO^-(aq) + H_3O^+(aq)$		
البدئية	0	$C_A V_A$	وغير	0	0
خلال التفاعل	x	$C_A V_A - x$	وغير	x	x
نهاية التفاعل	x_f	$C_A V_A - x_f$	وغير	x_f	x_f

عند نهاية التفاعل لدينا :

$$\begin{aligned} [H_3O^+]_{eq} &= [HCOO^-]_{eq} = \frac{x_{eq}}{V} \\ K &= \frac{\frac{x_{eq}^2}{V^2}}{C - \frac{x_{eq}}{V}} \Rightarrow K = \frac{x_{eq}^2}{C \cdot V^2 - x_{eq} \cdot V} \\ x_{eq}^2 + K \cdot V \cdot x_{eq} - K \cdot C \cdot V^2 &= 0 \\ x_{eq} &= \frac{-K \cdot V \pm \sqrt{K^2 V^2 + 4 C \cdot K \cdot V^2}}{2} \end{aligned}$$

$$x_{eq} = \frac{-K \cdot V + \sqrt{K^2 V^2 + 4 C \cdot K \cdot V^2}}{2} = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

4 – تراكيز الفعلية لمختل الأيونات الموجودة في محلول :

$$\begin{aligned} [H_3O^+]_{eq} &= [HCOO^-]_{eq} = \frac{x_{eq}}{V} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \\ [HCOOH]_{eq} &= C - [H_3O^+]_{eq} = 0,0088 \text{ mol/l} \\ pH &= -\log [H_3O^+]_{eq} = 2,92 \end{aligned}$$

*تمرين 4

نحضر محلولا S لحمض الميثانويك $HCOOH$ تركيزه $d=1,22$ ، والنسبة الكتليلية للمحلول في الحمض التجاري تساوي $p=80\%$. نقيس لهذا الحمض كثافته $C=1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$ مواده التجاريه . $G=5,4S$.

1 – أحسب الحجم V_0 للمحلول التجاري الذي يجب أخذه لتحضير $C_0=1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/l}$.

2 – صف الطريقة المتبعة لتحضير $C_0=1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/l}$ من محلول S اطلاقا من المحلول S_0 .

3 – أكتب معادلة التفاعل بين حمض الميثانويك والماء .

4 – بالنسبة للمحلول S :

4 – أنشئ جدول تطور التحول ، واستنتج التقدم الحجمي الأقصى $X_{V_{max}}$

4 – أحسب التقدم الحجمي عند التوازن ونسبة التقدم النهائي . ماذا تستنتج ؟

5 - أحسب pH للمحلول S .
6

معطيات : الكتلة الحجمية للماء $\rho_{eau} = 1\text{g/cm}^3$
الكتلة المولية لحمض الميثانويك : M(HCOOH) = 46g/mol
حرارة 25°C : $\lambda_{H_3O^+} = 35,0\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$, $\lambda_{HCOO^-} = 5,46\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$

الجواب :
حساب الحجم V للمحلول التجاري الذي يجب أخذه من المحلول S₀ كنافته d ونسبة الكتالية p للحصول على محلول تركيز C₀ وحجمه V₀ .

نعلم أن التركيز C₀ للمحلول المراد الحصول عليه هو :

$$C_0 = \frac{n(HCOOH)}{V_0}$$

n (HCOOH) كمية مادة حمض الإيثانويك الحالص الموجود في الحجم V₀ أي أن الكتلة المأخوذة من المحلول S₀ هي :

$$n(HCOOH) = \frac{m(HCOOH)}{M(HCOOH)} \Rightarrow m(HCOOH) = n(HCOOH).M(HCOOH)$$

$$C_0 = \frac{m(HCOOH)}{M(HCOOH).V_0}$$

حساب كتلة حمض الإيثانويك الحالص الموجودة في V :
* كتلة المحلول التجاري المأخوذة من القينية هي :

$$d = \frac{\rho_{HCOOH}}{\rho_{eau}} \Rightarrow \rho_{HCOOH} = d \times \rho_{eau}$$

$$\frac{m'(HCOOH)}{V} = d \times \rho_{eau} \Rightarrow m'(HCOOH) = d \times \rho_{eau} V$$

و V حجم هذه الكتلة المأخوذة من المحلول التجاري . ونعلم أن p هي النسبة الكتالية لحمض الميثانويك أي أن كتلة حمض الميثانويك الحالصة الموجودة في V هي :
m(HCOOH) من المحلول تحتوي على 80g HCOOH حالص إذن ف $d \times \rho_{eau} V$ خالص على 100g .

m(HCOOH) = p.d × ρ_{eau} V وبالتالي فإن :

$$C_0 = \frac{m(HCOOH)}{M(HCOOH).V_0} = \frac{p.d \times \rho_{eau} \times V}{M(HCOOH).V_0}$$

$$V = \frac{C_0 \times M(HCOOH).V_0}{p.d \times \rho_{eau}} = 4,7\text{m}\ell$$

2 - وصف الطريقة المتبعة لتحضير 100mℓ من المحلول S' من المحلول S انطلاقاً من المحلول S₀ :
* نحسب الحجم V الذي يجب أخذه من المحلول S₀ للحصول على محلول S حجمه V وتركيزه C : نطبق علاقة التخفيف :

$$C.V' = C_0.v \Rightarrow v = \frac{C}{C_0}V' = 10\text{m}\ell$$

* نأخذ هذه الحجم بواسطة ماصة من فئة 10mℓ .
* نضعها في حوجلة معيارية من فئة 100mℓ .
* نضيف الماء المقطر ونحرك قبل الوصول إلى الخط المعياري .

*

3 - معادلة التفاعل :



4 - جدول الوصفي للتحول :

الحالة	التقدم	$HCOOH(aq)$	$+ H_2O(\ell)$	\rightleftharpoons	$HCOO^-(aq)$	$+ H_3O^+(aq)$
البدئية	0	$C_A V_A$	وغير	0	0	
خلال التفاعل	X	$C_A V_A - X$	وغير	X	X	
نهاية التفاعل	X_f	$C_A V_A - X_f$	وغير	X_f	X_f	

حساب التقدم الحجمي الأقصى :

$$x_{V_{max}} = \frac{x_{max}}{V'} = \frac{C \cdot V'}{V'} = C = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

$$x_{V_{eq}} = \frac{x_{eq}}{V'} = \frac{[H_3O^+] \cdot V'}{V'} = [H_3O^+]$$

حسب المعطيات أن موصولة محلول عند التوازن هي :

$$x_{V_{eq}} = [H_3O^+]_{eq} = [HCOO^-]_{eq}$$

$$\sigma = [H_3O^+]_f \cdot \lambda_{H_3O^+} + [HCOO^-]_f \cdot \lambda_{HCOO^-} \Rightarrow \sigma = [H_3O^+]_f (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{HCOO^-})$$

$$[H_3O^+]_f = \frac{\sigma}{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{HCOO^-})} = \frac{5,4 \times 10^{-2}}{40,46 \cdot 10^{-3}} \text{ mol/l m}^3 = 1,33 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$x_{V_{eq}} = 1,33 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$\tau = \frac{x_{V_{eq}}}{x_{V_{max}}} = 13\%$$

نستنتج أن التفاعل جد محدود في المنحى المباشر .

$$pH = -\log[H_3O^+] = 2,9$$

6 - حساب ثابتة التوازن K :

$$K = \frac{[H_3O^+]_{eq} \cdot [HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} = \frac{[H_3O^+]_{eq}^2}{C - [H_3O^+]_{eq}} = 1,8 \cdot 10^{-4}$$