

حالة توازن مجموعة كيميائية السلسلة 2

تمرين 1 حالة التفاعل حمض - قاعدة كلي . *

- نعتبر محلولاً مائياً S لكلورور الهيدروجين تركيزه $C=1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$. موصلية المحلول $\sigma = 0,43 \text{ S.m}^{-1}$.
- 1 - أكتب معادلة تفاعل كلورور الهيدروجين مع الماء .
 - 2 - أعط تعبير الموصلية σ للمحلول بدلالة الموصليات المولية الأيونية وتراكيز الأيونات المتواجدة في المحلول .
 - 3 - حدد تراكيز هذه الأيونات في المحلول .
 - 4 - ما هو استنتاجك بالنسبة لهذا التفاعل ؟
- نعطي : $\lambda_{\text{Cl}^-} = 7,63 \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$, $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35,0 \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ عند درجة حرارة 25°C .

تمرين 2

- نقيس بواسطة خلية ($S=1,0 \text{ cm}^2$; $L=1,0 \text{ cm}$) قياس المواصلة ، مواصلة 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 المحلول .
 - 2 - حدد تركيز الأنواع الكيميائية الأيونية المتخلدة في هذا التفاعل .
 - 3 - أحسب نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل .
 - 4 - أحسب ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة هذا التفاعل .
- نعطي : $\lambda_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-} = 3,23 \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$, $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35,0 \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$.

تمرين 3 **

- 1 - أكتب معادلة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء .
- 2 - أكتب تعبير ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة هذا التفاعل .
- 3 - نعتبر مجموعة كيميائية حجمه $V=100 \text{ ml}$ وتركيزها بـ حمض الميثانويك المأخوذ هو : $C=0,010 \text{ mol/l}$. علماً ، 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 الكيميائية في حالة التوازن ؟ استنتج pH المحلول .

تمرين 4 *

- نحضر محلولاً S لحمض الميثانويك HCOOH تركيزه $C=1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$ بتخفيف متتالي لمحلول تجاري لهذا الحمض كثافته $d=1,22$ ، والنسبة الكتلية للمحلول في الحمض التجاري تساوي $p=80\%$. نقيس مواصلة المحلول S بواسطة مقياس للمواصلة ثابتة خلية $k=1,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}^{-1}$ فنجد $G=5,4 \cdot 10^{-3} \text{ S}$.
- 1 - أحسب الحجم V_0 للمحلول التجاري الذي يجب أخذه لتحضير $V=1,0 \text{ l}$ من محلول S_0 تركيزه $C_0=1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/l}$.
 - 2 - صف الطريقة المتبعة لتحضير $V'=100 \text{ ml}$ من المحلول S انطلاقاً من المحلول S_0 .
 - 3 - أكتب معادلة التفاعل بين حمض الميثانويك والماء .
 - 4 - بالنسبة للمحلول S :

$$4 - 1 \text{ أنشئ جدول تطور التحول ، واستنتج التقدم الحجمي الأقصى } x_{V_{\max}} \left(x_{V_{\max}} = \frac{x_{\max}}{V} \right)$$

- 4 - 2 أحسب التقدم الحجمي عند التوازن ونسبة التقدم النهائي . ماذا تستنتج ؟

$$5 - \text{ أحسب pH المحلول S .}$$

- 6 - أعط تعبير خارج التفاعل واستنتج قيمة تجريبية لثابتة التوا

$$\text{معطيات : الكتلة الحجمية للماء } \rho_{\text{eau}} = 1 \text{ g/cm}^3$$

الكتلة المولية لحمض الميثانويك : $M(\text{HCOOH}) = 46 \text{ g/mol}$ الموصلية المولية الأيونية عند درجة

$$\text{حرارة } 25^\circ\text{C} : \lambda_{\text{HCOO}^-} = 5,46 \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} , \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35,0 \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

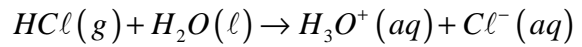
حالة توازن مجموعة كيميائية تصحيح السلسلة 2

تمرين 1 حالة التفاعل حمض - قاعدة كلي . *

- نعتبر محلولاً مائياً S لكلورور الهيدروجين تركيزه $C=1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$. موصلية المحلول $\sigma = 0,43 \text{ S.m}^{-1}$.
- 1 - أكتب معادلة تفاعل كلورور الهيدروجين مع الماء .
 - 2 - أعط تعبير الموصلية σ للمحلول بدلالة الموصليات المولية الأيونية وتراكيز الأيونات المتواجدة في المحلول .
 - 3 - حدد تراكيز هذه الأيونات في المحلول .
 - 4 - ما هو استنتاجك بالنسبة لهذا التفاعل ؟
- نعطي : $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35,0 \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$, $\lambda_{\text{Cl}^-} = 7,63 \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ عند درجة حرارة 25°C .

الجواب :

1 - معادلة التفاعل :



2 - تعبير الموصلية σ

الجدول الوصفي للتفاعل :

نشئ الجدول الوصفي للتفاعل :

الحالة	التقدم	$\text{HCl}(g)$	+	$\text{H}_2\text{O}(\ell)$	\rightarrow	$\text{H}_3\text{O}^+(aq)$	+	$\text{Cl}^-(aq)$
البدئية	0	$C_A V_A$		وفير		0		0
خلال التفاعل	x	$C_A V_A - x$		وفير		x		x
نهاية التفاعل	x_f	$C_A V_A - x_f$		وفير		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 تراكيز الأيونات في المحلول :

$$\sigma = [\text{H}_3\text{O}^+]_f (\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-}) \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_f = \frac{\sigma}{(\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-})} = 10 \text{ mol/m}^3 = 10^{-2} \text{ mol/l}$$

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

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

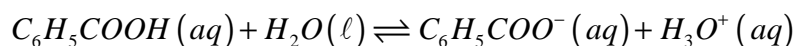
تمرين 2

نقيس بواسطة خلية (S=1,0cm²; L=1,0cm) قياس الموصلة ، 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 المحلول .
 - 2 - حدد تركيز الأنواع الكيميائية الأيونية المتدخلة في هذا التفاعل .
 - 3 - أحسب نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل .
 - 4 - أحسب ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة هذا التفاعل .
- نعطي : $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35,0 \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$, $\lambda_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-} = 3,23 \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

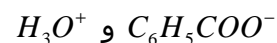
الجواب :

1 - معادلة التفاعل :



2 - تراكيز الأنواع الكيميائية الأيونية المتدخلة في التفاعل :

الأنواع الأيونية المتدخلة في التفاعل :



ننشئ الجدول الوصفي للتفاعل :

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

عند نهاية التفاعل لدينا :

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

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

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

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

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 المقرونة 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 .

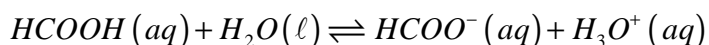
2 - أكتب تعبير ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة هذا التفاعل .

3 - نعتبر مجموعة كيميائية حجمه $V=100\text{ml}$ وتركيزها بـ حمض الميثانويك المأخوذ هو : $C=0,010\text{mol}/\ell$ علماً ، 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 المحلول .

الجواب :

1 - معادلة التفاعل :



2 - تعبير ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة هذا التفاعل :

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

3 - التحقق من أ، تقدم التفاعل في حالة التوازن هو :
الجدول الوصفي للتفاعل :

ننشئ الجدول الوصفي للتفاعل :

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

عند نهاية التفاعل لدينا :

$$[H_3O^+]_{eq} = [HCOO^-]_{eq} = \frac{x_{eq}}{V}$$

$$K = \frac{\frac{x_{eq}^2}{V^2}}{C - \frac{x_{eq}}{V}} \Rightarrow K = \frac{x_{eq}^2}{C \cdot V^2 - x_{eq} \cdot V}$$

$$x_{eq}^2 + K \cdot V \cdot x_{eq} - K \cdot C \cdot V^2 = 0$$

$$x_{eq} = \frac{-K \cdot V \pm \sqrt{K^2 V^2 + 4C \cdot K \cdot V^2}}{2}$$

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

نختار الحل الموجب أي أن

4 - تراكيز الفعالية لمختل الأيونات الموجودة في المحلول :

$$[H_3O^+]_{eq} = [HCOO^-]_{eq} = \frac{x_{eq}}{V} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / \ell$$

$$[HCOOH]_{eq} = C - [H_3O^+]_{eq} = 0,0088 \text{ mol} / \ell$$

$$pH = -\log [H_3O^+]_{eq} = 2,92$$

تمرين 4*

نحضر محلولاً S لحمض الميثانويك HCOOH تركيزه $C = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} / \ell$ بتخفيف متتالي لمحلول تجاري لهذا الحمض كثافته $d = 1,22$ ، والنسبة الكتلية للمحلول في الحمض التجاري تساوي $p = 80\%$. نقيس مواصلة المحلول S بواسطة مقياس للمواصلة ثابتة خلية $k = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}^{-1}$ فنجد $G = 5,4S$.

1 - أحسب الحجم V_0 للمحلول التجاري الذي يجب أخذه لتحضير $V = 1,0 \ell$ من محلول S_0 تركيزه $C_0 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} / \ell$.

2 - صف الطريقة المتبعة لتحضير $V' = 100 \text{ ml}$ من المحلول S انطلاقاً من المحلول S_0 .

3 - أكتب معادلة التفاعل بين حمض الميثانويك والماء .

4 - بالنسبة للمحلول S :

4 - 1 أنشئ جدول تطور التحول ، واستنتج التقدم الحجمي الأقصى $x_{V \max} = \frac{x_{\max}}{V'}$

4 - 2 أحسب التقدم الحجمي عند التوازن ونسبة التقدم النهائي . ماذا تستنتج ؟

5 - أحسب pH المحلول S .
6

معطيات : الكتلة الحجمية للماء $\rho_{eau} = 1g/cm^3$

الكتلة المولية لحمض الميثانويك : $M(HCOOH) = 46g/mol$ الموصلية المولية الأيونية عند درجة

حرارة $25^\circ C$: $\lambda_{H_3O^+} = 35,0mS.m^2.mol^{-1}$, $\lambda_{HCOO^-} = 5,46mS.m^2.mol^{-1}$

الجواب :

حساب الحجم V للمحلول التجاري الذي يجب أخذه من المحلول S_0 كثافته d ونسبته الكتلية p للحصول على محلول تركيزه C_0 وحجمه V_0 .

نعلم أن التركيز C_0 للمحلول المراد الحصول عليه هو :

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

كمية مادة حمض الإيثانويك الخالص الموجود في الحجم V_0 أي أن الكتلة المأخوذة من المحلول S_0 هي :

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

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

حساب كتلة حمض الإيثانويك الخالص 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 الكتلية لحمض الميثانويك أي أن كتلة حمض الميثانويك الخالص الموجودة في V هي :

$100g$ من المحلول تحتوي على $80g$ من $HCOOH$ خالص إذن ف $d \times \rho_{eau} V$ تحتوي على $m(HCOOH)$ خالصة .

$$m(HCOOH) = p \cdot d \times \rho_{eau} V$$

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

$$V = \frac{C_0 \times M(HCOOH) \cdot V_0}{p \cdot d \times \rho_{eau}} = 4,7ml$$

2 - وصف الطريقة المتبعة لتحضير $V' = 100ml$ من المحلول S انطلاقا من المحلول S_0 :

* نحسب الحجم v الذي يجب أخذه من المحلول S_0 للحصول على محلول S حجمه V وتركيزه C ؛ نطبق علاقة التخفيف :

$$C \cdot V' = C_0 \cdot v \Rightarrow v = \frac{C}{C_0} V' = 10ml$$

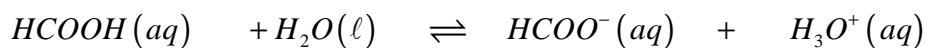
* نأخذ هذه الحجم بواسطة ماصة من فئة $10ml$.

* نضعها في حوضلة معيارية من فئة $100ml$.

* نضيف الماء المقطر ونحرك قبل الوصول إلى الخط المعياري .

*

3 - معادلة التفاعل :



4 - 1 جدول الوصفي للتحويل :

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

حساب التقدم الحجمي الأقصى :

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

$$x_{Veq} = \frac{x_{eq}}{V'} = \frac{[H_3O^+] \cdot V'}{V'} = [H_3O^+] \quad \text{2 - 4 حساب التقدم الحجمي عند التوازن :}$$

حسب المعطيات أن موصلية المحلول عند التوازن هي :

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

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

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

$$x_{Veq} = 1,33 \cdot 10^{-3} \text{ mol / } \ell$$

$$\tau = \frac{x_{Veq}}{x_{Vmax}} = 13\% \quad \text{نسبة التقدم النهائي :}$$

نستنتج أن التفاعل جد محدود في المنحى المباشر .

$$pH = -\log [H_3O^+] = 2,9 \quad \text{5 -}$$

6 - حساب ثابتة التوازن K :

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