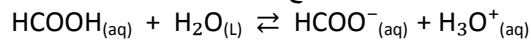


تصحيح تمارين حالة توازن مجموعة كيميائية

تمرين 1:

1- يتفاعل حمض الميثانويك مع الماء وفق المعادلة التالية :



2- تعبير Q_r خارج التفاعل :

$$Q_r = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]}$$

3- الجدول الوصفي للتفاعل :

معادلة التفاعل					
$\text{HCOOH}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{HCOO}^-_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$				التقدم	الحالة
كمية المادة بالمول					البدينية
n	بوفرة	0	0	0	
n-x	بوفرة	x	x	x	خلال التحول
n-x _f	بوفرة	x _f	x _f	x _f	النهائية

4- حسب الجدول الوصفي :

$$x_f = [\text{H}_3\text{O}^+]_f \cdot V = 10^{-\text{PH}} \quad \text{أي} \quad [\text{H}_3\text{O}^+]_f = \frac{x_f}{V} = 10^{-\text{PH}}$$

$$x_f = 10^{-2,4} \times 0,1 = 3,98 \cdot 10^{-4} \approx 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{ت.ع.}$$

الماء مستعمل بوفرة إذن المتفاعل المحد هو الحمض نكتب : $n - x_{\text{max}} = 0$ أي $x_{\text{max}} = n = 10^{-2} \text{ mol}$
نسبة التقدم النهائي :

بما أن $\tau < 1$ فإن التفاعل الحاصل غير كلي .

5- عند نهاية التفاعل حسب الجدول الوصفي :

$$[\text{HCOO}^-]_f = [\text{H}_3\text{O}^+]_f = 10^{-2,4} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{HCOOH}]_f = \frac{n - x_f}{V} = \frac{10^{-2} - 4 \cdot 10^{-4}}{0,1} = 9,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

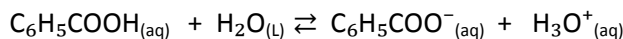
6- حساب ثابتة التوازن :

$$K = \frac{[\text{HCOO}^-]_f [\text{H}_3\text{O}^+]_f}{[\text{HCOOH}]_f} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{HCOOH}]}$$

$$K = \frac{(4 \cdot 10^{-3})^2}{9,6 \cdot 10^{-2}} = 1,67 \cdot 10^{-4} \quad \text{ت.ع.}$$

تمرين 2:

1- معادلة التفاعل :



2- الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل					
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$				التقدم	الحالة
كمية المادة بالمول					البدينية
ni=CV	بوفرة	0	0	0	
ni-x	بوفرة	x	x	x	خلال التطور
ni-x _f	بوفرة	x _f	x _f	x _f	النهائية

3- نحسب أولا σ موصلية المحلول :

$$G = \sigma \frac{S}{L} \Rightarrow \sigma = G \frac{L}{S} = 2,03 \cdot 10^{-4} \times \frac{10^{-2}}{10^{-4}} = 2,03 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$$

حسب تعريف الموصلية نكتب :

$$\sigma = [\text{H}_3\text{O}^+]_f \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + [\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]_f \lambda_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-}$$

حسب الجدول الوصفي :

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

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

$$[H_3O^+]_f = \frac{\sigma}{\lambda_{C_6H_5COO^-} + \lambda_{H_3O^+}} = \frac{2,03 \cdot 10^{-2}}{(35+3,23) \cdot 10^{-3}} = 5,30 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$[H_3O^+]_f = 5,30 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[C_6H_5COOH] = \frac{n_i - x_f}{V} = \frac{CV - x_f}{V} = c - \frac{x_f}{V}$$

$$[C_6H_5COOH] = 5 \cdot 10^{-3} - 5,30 \cdot 10^{-4} = 4,47 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad \text{ت.ع.}$$

4- نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{[H_3O^+]}{c} = \frac{5,3 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-3}} = 0,11$$

5- تعبير ثابتة التوازن نكتب :

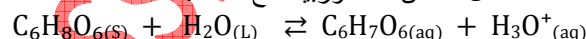
$$K = \frac{[C_6H_5COO^-]_f [H_3O^+]_f}{[C_6H_5COOH]_f} = \frac{[H_3O^+]^2}{c - [H_3O^+]} = \frac{(5,3 \cdot 10^{-4})^2}{4,47 \cdot 10^{-3}} = 6,28 \cdot 10^{-5}$$

تمرين 3:

1- تركيز حمض الاسكوربيك هو :

$$C = \frac{m}{M(CHO) \cdot V} = \frac{0,44}{(12 \times 6 + 8 + 16 \times 6) \times 0,25} = \frac{0,44}{176 \times 0,25} = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad \text{ت.ع.}$$

2- معادلة تفاعل حمض الأسكوربيك مع الماء :



3- جدول التطور للتحويل :

لنحدد كمية المادة البدئية للحمض :

$$n = CV = 10^{-2} \times 0,25 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

معادلة التفاعل				كميات المادة بالمول	
				التقدم	الحالة
$C_6H_8O_6(s) + H_2O(l) \rightleftharpoons C_6H_7O_6(aq) + H_3O^+(aq)$					
n	بوفرة	0	0	0	البدئية
n-x	بوفرة	x	x	x	خلال التحويل
n-x _f	بوفرة	x _f	x _f	x _f	النهائية

المتفاعل المحد هو الحمض (لان الماء مستعمل بوفرة) نكتب :

$$CV - x_{\max} = 0 \quad \text{أي} \quad CV = x_{\max} \quad \text{ومنه} \quad x_{\max} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

4- حسب تعريف PH لدينا :

$$[H_3O^+] = 10^{-PH} \quad \text{أي} \quad PH = -\log[H_3O^+]$$

$$[H_3O^+] = 10^{-3,1} = 7,94 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad \text{ت.ع.}$$

حسب الجدول الوصفي :

$$x_f = [H_3O^+] \cdot V \quad \text{وبالتالي} \quad [H_3O^+] = \frac{x_f}{V}$$

$$x_f = 7,94 \cdot 10^{-4} \times 0,25 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad \text{ت.ع.}$$

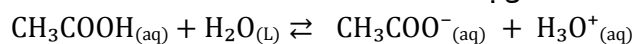
5- لنحدد τ نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{2,5 \cdot 10^{-3}} = 0,08 = 8\%$$

التحول المدروس يوافق توازنا كيميائيا .

تمرين 4:

1- معادلة التفاعل :



2- تعبير الموصلية σ :

$$\sigma = [\text{CH}_3\text{COO}^{-}]_{\text{eq}} \lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^{-}} + [\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{eq}} \lambda_{\text{H}_3\text{O}^{+}}$$

لننشئ الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل					
كميات المادة بالمول				التقدم	الحالة
$n_0 = CV$	بوفرة	0	0	0	البداية
$n_0 - X$	بوفرة	X	X	X	خلال التحول
$n_0 - X_f$	بوفرة	X_f	X_f	X_f	النهائية

لدينا حسب الجدول الوصفي : $n(\text{CH}_3\text{COO}^{-}) = n(\text{H}_3\text{O}^{+}) = X_f$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^{-}]_{\text{eq}} = [\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{eq}} = \frac{X_f}{V}$$

الموصلية نكتب :

$$\sigma = [\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{eq}} (\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^{-}} + \lambda_{\text{H}_3\text{O}^{+}})$$

3- تراكيز الأيونات هي :

$$[\text{CH}_3\text{COO}^{-}]_{\text{eq}} = [\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{eq}} = \frac{\sigma}{\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^{-}} + \lambda_{\text{H}_3\text{O}^{+}}}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{eq}} = \frac{1,6 \cdot 10^{-2}}{(35 \cdot 10^{-3} + 4,09 \cdot 10^{-3}) \cdot 10^3} = 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} = 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

4- لنحدد نسبة التقدم النهائي للتفاعل :

$$X_{\text{max}} = CV \text{ و } X_f = [\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{eq}} V \quad \tau = \frac{X_f}{X_{\text{max}}}$$

$$\tau = \frac{[\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{eq}} V}{CV} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{eq}}}{C} = \frac{4,1 \cdot 10^{-4}}{10^{-2}} = 4,1 \cdot 10^{-2} = 4,1\%$$

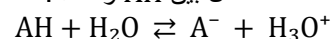
اذن التفاعل جزئي وبالتالي تفاعل حمض الايثانويك مع الماء يؤدي الى توازن كيميائي .

5- ثابتة التوازن K :

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^{-}]_{\text{eq}} [\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{eq}}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{eq}}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{eq}}^2}{C - [\text{H}_3\text{O}^{+}]_{\text{eq}}} = \frac{(4,1 \cdot 10^{-4})^2}{10^{-2} - 4,1 \cdot 10^{-4}} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

تمرين 5:

1- معادلة التفاعل بين AH والماء :



2- الجدول الوصفي للتفاعل :

معادلة التفاعل					
كميات المادة بالمول				التقدم	الحالة
$C_{\text{AH}} \cdot V$	بوفرة	0	0	0	البداية
$C_{\text{AH}} \cdot V - X_f$	بوفرة	X_f	X_f	X_f	النهائية

3- 1- لنحدد τ نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{X_f}{X_{\text{max}}}$$

- من الجدول الوصفي في الحالة النهائية لدينا :

$$n_f(H_3O^+) = x_f$$

$$x_f = [H_3O^+]V = 10^{-PH} \text{ أي } [H_3O^+] = \frac{x_f}{V}$$

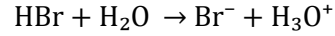
- المتفاعل المحد هو الحمض اذن $C_{AH} x_{max} = 0$ أي $x_{max} = C_{AH} V$

- نسبة التقدم النهائي تكتب :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[H_3O^+]V}{C_{AH}V} = \frac{10^{-PH}}{C_{AH}} = \frac{10^{-1,3}}{5.10^{-2}} = 1$$

نستنتج ان التحول كلي .

3-2 كتابة معادلة التفاعل :

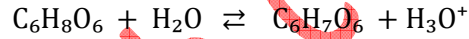


4-1 حساب نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[H_3O^+]}{C} = \frac{10^{-PH}}{C} = \frac{10^{-2,7}}{5.10^{-2}} = 0,04 = 4\%$$

نستنتج ان التحول جزئي .

4-2 كتابة معادلة التفاعل :



4-3 حسب الجدول الوصفي: $(C_6H_8O_6 = AH \text{ و } A^- = C_6H_7O_6^-)$

$$[C_6H_7O_6^-] = [H_3O^+] = \frac{x_f}{V}$$

$$[C_6H_8O_6] = \frac{CV - x_f}{V} = C - \frac{x_f}{V} = C - [H_3O^+]$$

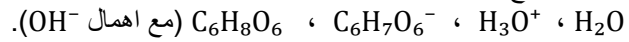
$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[H_3O^+]V}{CV} = \frac{[H_3O^+]}{C} \Rightarrow [H_3O^+] = \tau C$$

تعبير K يكتب :

$$K = \frac{[C_6H_7O_6^-][H_3O^+]}{[C_6H_8O_6]} = \frac{[H_3O^+]^2}{C - [H_3O^+]} = \frac{(\tau C)^2}{C - \tau C} = \frac{\tau^2 C^2}{1 - \tau}$$

$$K = \frac{0,04 \times (5.10^{-2})^2}{1 - 0,04} = 1,04.10^{-4} \quad \text{ت.ع.}$$

5-1 الأنواع الكيميائية الموجودة :



حسب تعريف PH .

$$[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-2,7} = 2.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

حسب الجدول الوصفي :

$$[C_6H_7O_6^-] = [H_3O^+] = 2.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[C_6H_8O_6] = \frac{n(C_6H_8O_6)}{V} = \frac{CV - x_f}{V} = C - \frac{x_f}{V} = C - 10^{-PH}$$

$$[C_6H_8O_6] = 5.10^{-2} - 10^{-2,7} = 4,8.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

تركيز H_2O ثابت عندما يستعمل كمذيب ومتفاعل أو ناتج

$$[H_2O] = 55,5 \text{ mol.L}^{-1}$$

5-2 ابتداء من اللحظة $t=0$ تتناقص سرعة التفاعل (1) المنحى المباشر لأن تركيز المتفاعلات يتناقص في حين تزداد

سرعة التفاعل (2) المنحى المعاكس .

وعند اللحظة التي يصبح فيها $V_1 = V_2$ يبقى تركيب المجموعة الكيميائية ثابتا لأن في هذه اللحظة كمية مادة $C_6H_7O_6^-$ التي

تتكون في المنحى (1) تساوي كمية مادة $C_6H_8O_6$ التي تتكون في المنحى (2) نقول ان المجموعة الكيميائية في توازن .

تمرين 6:

1- علاقة التخفيف :

$$V_0 = \frac{CV}{C_0} = \frac{10^{-2} \times 250}{10^{-1}} = 25 \text{ mL} \text{ أي } C_0 V_0 = CV$$

نملاً ماصة معيارية من فئة 25mL بالمحلول البدئي S_0 ونفرغها في حوجة معيارية من فئة 250mL نضيف الماء المقطر الى الخط المعياري بعد التحريك نحصل على المحلول المخفف S .

2-1-الجدول الوصفي للتطور :

$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$				معادلة التفاعل	
كميات المادة بالمول				التقدم	الحالة
$n_0(CH_3COOH)=CV$	بوفرة	0	0	0	البدئية
$n_0(CH_3COOH)-x$	بوفرة	x	x	x	الوسطية
$n_0(CH_3COOH)-x$	بوفرة	x_f	x_f	x_f	النهائية

2-2- تعبير σ :

$$\sigma = \lambda_{H_3O^+}[H_3O^+] + \lambda_{CH_3COO^-}[CH_3COO^-]$$

حسب الجدول الوصفي :

$$[H_3O^+] = [CH_3COO^-] \text{ أي } n(H_3O^+) = n(CH_3COO^-)$$

الموصلية تكتب :

$$\sigma = [H_3O^+](\lambda_{CH_3COO^-} + \lambda_{H_3O^+})$$

2-3- تعبير تركيز أيون H_3O^+ :

$$(1) [H_3O^+] = \frac{\sigma}{(\lambda_{CH_3COO^-} + \lambda_{H_3O^+})} \text{ وبالتالي } \sigma = [H_3O^+](\lambda_{CH_3COO^-} + \lambda_{H_3O^+})$$

2-4- حساب تراكيز الأيونات المتواجدة في المحلول :

$$[H_3O^+] = [CH_3COO^-] = \frac{1,6 \cdot 10^{-2}}{4,09 \cdot 10^{-3} + 35 \cdot 10^{-3}} = 4,09 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot m^{-3} = 4,09 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

2-5- تعبير K ثابتة التوازن :

$$K = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

حسب الجدول الوصفي :

$$[CH_3COOH] = \frac{CV - xf}{V} = c - \frac{xf}{V} = c - [H_3O^+]$$

تعبير K يكتب :

$$K = \frac{[H_3O^+][H_3O^+]}{c - [H_3O^+]} = \frac{[H_3O^+]^2}{c - [H_3O^+]}$$

$$(2) K = \frac{(4,09 \cdot 10^{-4})^2}{10^{-2} - 4,09 \cdot 10^{-4}} = 1,74 \cdot 10^{-5} \text{ ت.ع.}$$

3- البرهنة:

$$K = [H_3O^+]^2 \times \frac{1}{c - [H_3O^+]}$$

نعوض $[H_3O^+]$ بتعابيرها (العلاقة (1)) و $[H_3O^+] = 10^{-PH}$ في العلاقة (2)

نستنتج :

$$\left[K = \left(\frac{\sigma}{\lambda_{CH_3COO^-} + \lambda_{H_3O^+}} \right)^2 \times \frac{1}{c - 10^{-PH}} \right]$$