

**تصحيح تمارين التفاعلات المقرونة بالتفاعلات حمض قاعدة**

**حل التمرين 1 :**

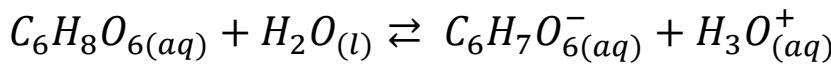
**1-حساب التركيز  $C$  :**

$$C = \frac{n(C_6H_8O_6)}{V} = \frac{m}{M(C_6H_8O_6) \cdot V}$$

ت.ع :

$$C = \frac{88 \cdot 10^{-3}}{176 \times 100 \cdot 10^{-3}} = 5 \cdot 10^{-3}$$

**2-معادلة التفاعل :**



**3-الجدول الوصفي :**

<b>معادلة التفاعل</b>		$C_6H_8O_{6(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_6H_7O_{6(aq)}^- + H_3O_{(aq)}^+$			
<b>حالة المجموعة</b>	<b>التقدم : <math>x(mol)</math></b>	<b>كميات المادة بالمول</b>			
<b>البدئية</b>	<b>0</b>	<b><math>C \cdot V = 5 \cdot 10^{-4}</math></b>	<b>وغير</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>خلال التحول</b>	<b><math>x</math></b>	<b><math>C \cdot V - x</math></b>	<b>وغير</b>	<b><math>x</math></b>	<b><math>x</math></b>
<b>النهائية</b>	<b><math>x_f</math></b>	<b><math>C \cdot V - x_f</math></b>	<b>وغير</b>	<b><math>x_f</math></b>	<b><math>x_f</math></b>

بما أن الماء مستعمل بوفرة فإن المتفاصل المحد هو حمض الأسكوربيك :

$$C \cdot V - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C \cdot V = 5 \cdot 10^{-4} mol$$

**4-حساب  $x_f$  التقدم النهائي :**

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

$$x_f = V \cdot [H_3O^+]_{eq} = V \cdot 10^{-PH}$$

ت.ع :

$$x_f = 100 \cdot 10^{-3} \times 10^{-3,2} = 6,3 \cdot 10^{-5} mol$$

**5-حساب  $\tau$  نسبة التقدم النهائي :**

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

ت.ع :

$$\tau = \frac{6,3 \cdot 10^{-5}}{5 \cdot 10^{-4}} = 0,126 < 1$$

نستنتج أن الفاعل محدود .  
6-حساب  $K$  ثابتة التوازن :

$$K = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}} [C_6H_8O_6^-]_{\text{éq}}}{[C_6H_8O_6]_{\text{éq}}}$$

من الجدول الوصفي :

$$[C_6H_8O_6]_{\text{éq}} = \frac{C \cdot V - x_f}{V} = C - \frac{x_f}{V}$$

$$[C_6H_8O_6]_{\text{éq}} = C - [H_3O^+]_{\text{éq}}$$

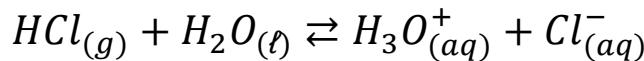
$$K = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}} [C_6H_8O_6^-]_{\text{éq}}}{[C_6H_8O_6]_{\text{éq}}} = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}^2}{C - [H_3O^+]_{\text{éq}}}$$

ت.ع:

$$K = \frac{\left(\frac{6,3 \cdot 10^{-5}}{0,1}\right)^2}{5 \cdot 10^{-5} - \frac{6,3 \cdot 10^{-5}}{0,1}} = 9,1 \cdot 10^{-5}$$

## تمرين 2 :

1-معادلة التفاعل :



2-حساب التركيز  $C_2$  :

لحسب أولاً  $C_1$  تركيز المحلول ( $S_1$ ) :

$$\begin{cases} n = \frac{V(HCl)}{V_m} \\ C_1 = \frac{n}{V_1} \end{cases} \Rightarrow C_1 = \frac{V(HCl)}{V_m \cdot V_1} \Rightarrow C_1 = \frac{1,2}{24 \times 1} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$

علاقة التخفيف :

$$C_1 \cdot V = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{C_1 \cdot V}{V_2} \Rightarrow C_2 = \frac{5 \cdot 10^{-2} \times 10^{-2}}{0,25} = 2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

3-موصلية المحلول  $\sigma_2$  تكتب :

$$\sigma_2 = \lambda(H_3O^+) \cdot [H_3O^+] + \lambda(Cl^-) [Cl^-]$$

4-حساب تراكيز الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول :

معادلة التفاعل		$HCl_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O_{(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-$			
حالة المجموعة	التقدم : $x(mol)$	كميات المادة بالمول			
البدئية	0	$C \cdot V = 5 \cdot 10^{-4}$	وغير	0	0
خلال التحول	$x$	$C \cdot V - x$	وغير	$x$	$x$
النهائية	$x_f$	$C \cdot V - x_f$	وغير	$x_f$	$x_f$

حسب الجدول الوصفي لدينا :

$$[H_3O^+] = [Cl^-] = \frac{x_f}{V_2}$$

$$\sigma_2 = [H_3O^+] \{ \lambda(H_3O^+) + \lambda(Cl^-) \}$$

$$[H_3O^+] = \frac{\sigma_2}{\lambda(H_3O^+) + \lambda(Cl^-)}$$

ت.ع:

$$[H_3O^+] = [Cl^-] = \frac{0,0852 \text{ } S \cdot m^{-1}}{35 \cdot 10^{-3} + 7,6 \cdot 10^{-3}) \text{ } S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}} = 2 \text{ mol} \cdot m^{-3} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

لدينا :  $Ke = [H_3O^+] \cdot [HO^-]$

$$[HO^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]}$$

$$[HO^-] = \frac{10^{-14}}{2 \cdot 10^{-2}} = 5 \cdot 10^{-12} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

5-مقارنة تركيز أيونات  $HO^-$  بتركيز الأيونات الأخرى :

$$\frac{[HO^-]}{[H_3O^+]} = \frac{[HO^-]}{[Cl^-]} = \frac{5 \cdot 10^{-12}}{2 \cdot 10^{-3}} = 2,5 \cdot 10^{-9} \ll 1$$

نستنتج أن تركيز أيونات  $HO^-$  مهملاً أمام تركيز الأيونات الأخرى المتواجدة في المحلول.

6-نلاحظ أن  $[H_3O^+] = C_2$  وبالتالي التفاعل كلي.

تصحيح تمرين 3 :

1-معادلة الذوبان :



2-حساب التركيز :  $C_1$

$$C_1 = \frac{m}{M(HCOOH) \cdot V} = \frac{68 \cdot 10^{-3}}{68 \times 0,1} = 0,01 \text{ mol. L}^{-1}$$

3-حسب تعريف الموصلية نكتب:

$$\sigma = \lambda(Na^+)[Na^+] + \lambda(HCOO^-)[HCOO^-] = C_1(\lambda(Na^+) + \lambda(HCOO^-))$$

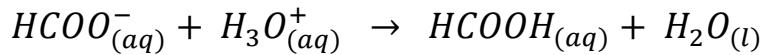
$$C_1 = 0,01 \text{ mol. L}^{-1} = \frac{0,01 \text{ mol}}{10^{-3} \cdot m^3} = 10 \text{ mol. m}^{-3}$$

$$\sigma = 10 \text{ mol. m}^{-3} (5,46 + 5,01) \cdot 10^{-3} S \cdot m^2 \cdot mol^{-1} = 0,105 S \cdot m^{-1}$$

4-المزدوجتين المتداخلتين في التفاعل :



5-معادلة التفاعل :



6-حساب كمية المادة البدئية للمتفاعلين :

$$n_i(HCOO^-) = C_1 \cdot V_1 = 0,01 \times 0,1 = 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_i(H_3O^+) = C_2 \cdot V_2 = 1,1 \times 0,05 = 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

جدول التقدم :

معادلة التفاعل		كميات المادة بالمول				
حالة المجموعة	القدم : $x(mol)$					
البدئية	0	0,001	0,055	0	0	
خلال التحول	$x$	$0,001 - x$	$0,055 - x$	$x$	$x$	
النهائية	$x_f$	$0,001 - x_f$	$0,055 - x_f$	$x_f$	$x_f$	

المتفاعل المحد هو  $HCOO^-$  والقدم الأقصى :

$$0,001 - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = 0,01 \text{ mol}$$

7-المواصلة  $G$  تكتب :

$$G' = \frac{1}{R} = \frac{I}{U}$$

$$G' = \frac{38 \cdot 10^{-3}}{1} = 38 \cdot 10^{-3} S$$

استنتاج المواصلة  $\sigma$ :

$$G' = \sigma' \frac{S}{L} \Rightarrow \sigma' = G' \frac{L}{S}$$

$$\sigma' = 38 \cdot 10^{-3} S \times \frac{10^{-2} m}{3,21 \cdot 10^{-4} m^2} = 1,18 S \cdot m^{-1}$$

8-تعبير الموصليّة'  $\sigma$  :

حسب السؤال 6 لدينا:  $n_i(HCOO^-) = C_1 \cdot V_1$

$$n_i(H_3O^+) = C_2 \cdot V_2$$

المتفاعل المحد هو  $HCOO^-$  والتقدم الأقصى :

$$C_1 \cdot V_1 - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C_1 \cdot V_1 = 0,01\text{mol}$$

الجدول الوصفي يكتب :

معادلة التفاعل		$HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \rightarrow HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)}$			
حالة المجموعة	التقدم : $x(\text{mol})$	كميات المادة ب (mol)			
البدئية	0	$C_1 \cdot V_1$	$C_2 \cdot V_2$	0	0
خلال التحول	$x$	$C_1 \cdot V_1 - x$	$C_2 \cdot V_2 - x$	$x$	$x$
النهائية	$x_{max} = C_1 \cdot V_1$	0	$C_2 \cdot V_2 - C_1 \cdot V_1$	$C_1 \cdot V_1$	$C_1 \cdot V_1$

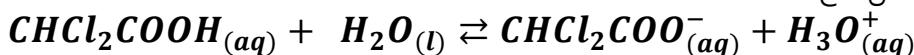
موصليّة الخليط :

$$\sigma' = \lambda(H_3O^+) [H_3O^+] + \lambda(Na^+) [Na^+] + \lambda(Cl^-) [Cl^-]$$

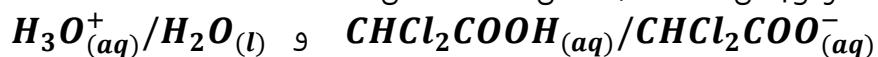
$$\sigma' = \lambda(H_3O^+) \frac{C_2 V_2 - C_1 V_1}{V_1 + V_2} + \lambda(Na^+) \frac{C_1 V_1}{V_1 + V_2} + \lambda(Cl^-) \frac{C_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

## تصحيح تمرين 4 :

1-معادلة تفاعل الحمض مع الماء :



المزدوجتان قاعدة / حمض المتفاعلتان :



2-الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$CHCl_2COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CHCl_2COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$			
حالة المجموعة	التقدم : $x(\text{mol})$	كميات المادة بالمول			
البدئية	0	$C \cdot V$	وغير	0	0
خلال التحول	$x$	$C \cdot V - x$	وغير	$x$	$x$
النهائية	$x_{eq}$	$C \cdot V - x_{eq}$	وغير	$x_{eq}$	$x_{eq}$

4- نسبة التقدم النهائي :

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

بما أن الماء مستعمل بوفرة فإن المتفاعل المهد هو  $\text{CHCl}_2\text{COOH}$  وبالتالي :

$$C \cdot V - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C \cdot V$$

حسب الجدول الوصفي :  $x_{eq} = [\text{H}_3\text{O}^+].V = 10^{-pH}.V$  [ ومنه ]  $= \frac{x_{eq}}{V}$

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{10^{-pH}.V}{C \cdot V} = \frac{10^{-pH}}{C} \\ \tau &= \frac{10^{-1,3}}{0,1} = 0,5\end{aligned}$$

نلاحظ أن  $1 < \tau$  وبالتالي التفاعل محدود .

- عند إضافة الحمض فإن تركيز  $C$  يتزايد ونسبة التقدم النهائي  $\tau'$  تتناقص .

2- كمية مادة حمض ثنائي كلورو إيثانويك الموجودة في القطرة :

$$n = \frac{\rho \cdot V}{M} = \frac{d \cdot \rho_{eau} \cdot V_a}{M} = \frac{1,57 \times 1g \cdot cm^{-3} \times 0,05cm^3}{129g \cdot mol^{-1}} \approx 6,1 \cdot 10^{-4} mol$$

حساب نسبة التقدم النهائي:

$$\tau = \frac{x'_{eq}}{x'_{max}} = \frac{10^{-pH'}}{C'}$$

حساب  $C'$  :

$$C' = \frac{CV+n}{V} = C + \frac{n}{V} = 0,1 + \frac{6,1 \cdot 10^{-4}}{0,1} = 0,106$$

$$\tau = \frac{10^{-1,28}}{0,106} = 0,495$$

نلاحظ أن التركيز قد تزايد قليلا و نسبة التقدم النهائي انخفضت قليلا عند إضافة قطرة الحمض .  
 $\tau$  تتناقص بازدياد التركيز والعكس صحيح .