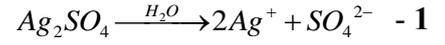


التمرين 01



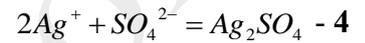
$$\sigma = \lambda_{Ag^+} [Ag^+] + \lambda_{SO_4^{2-}} [SO_4^{2-}] \quad - 2$$

$$K = [SO_4^{2-}] \times [Ag^+]^2 \quad - 3$$

لدينا من معادلة التحلل السابقة: $[Ag^+] = 2[SO_4^{2-}]$ ، وبالتالي $\sigma = \lambda_{Ag^+} \times 2[SO_4^{2-}] + \lambda_{SO_4^{2-}} [SO_4^{2-}]$

$$[SO_4^{2-}] = \frac{\sigma}{(2\lambda_{Ag^+} + \lambda_{SO_4^{2-}})} = \frac{0,449}{(2 \times 6,2 + 16) \times 10^{-3}} = 15,8 \text{ mol} / \text{m}^3 \text{ ومنه } \sigma = [SO_4^{2-}] (2\lambda_{Ag^+} + \lambda_{SO_4^{2-}})$$

بالتعويض في العلاقة (1): $K = 15,8 \times 10^{-3} \times (2 \times 15,8 \times 10^{-3})^2 = 1,58 \times 10^{-5}$



$$K' = \frac{1}{[SO_4^{2-}] \times [Ag^+]^2} = \frac{1}{1,58 \times 10^{-5}} = 6,3 \times 10^4$$

ثابت التوازن للتفاعل المباشر يساوي مقلوب ثابت التوازن للتفاعل العكسي ، أي $K \times K' = 1$

التمرين 02

- 1

$HCOOH + H_2O = HCOO^- + H_3O^+$			
CV	/	0	0
CV - x	/	x	x
CV - x _f	/	x _f	x _f

$CH_3COOH + H_2O = CH_3COO^- + H_3O^+$			
CV	/	0	0
CV - x	/	x	x
CV - x _f	/	x _f	x _f

2 - بالنسبة للمحلول (S₁) ، عند التوازن: $\sigma_1 = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+] + \lambda_{CH_3COO^-} [CH_3COO^-]$

لدينا من جدول التقدّم: $n(H_3O^+) = n(CH_3COO^-) = x_f$ ، وبالتالي $[H_3O^+] = [CH_3COO^-]$

$$\sigma_1 = \frac{343 \mu S}{cm} = \frac{343 \times 10^{-6} S}{10^{-2} m} = 0,0343 S.m^{-1} \text{ لدينا } \sigma_1 = [H_3O^+] (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-})$$

$$[H_3O^+] = \frac{\sigma_1}{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-})} = \frac{0,0343}{39,1 \times 10^{-3}} = 0,88 \text{ mol} / \text{m}^3$$

$$[CH_3COO^-] = 0,88 \text{ mol} / \text{m}^3$$

من جدول التقدّم: $n(CH_3COOH) = CV - x_f$ ، وبالتالي $[CH_3COOH] = C - \frac{x_f}{V} = C - [H_3O^+]$

$$[CH_3COOH] = 5 \times 10^{-2} - 0,88 \times 10^{-3} = 4,9 \times 10^{-2} \text{ mol} / L$$

بالنسبة للمحلول (S₂) ، عند التوازن: $\sigma_2 = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+] + \lambda_{HCOO^-} [HCOO^-]$

لدينا من جدول التقدّم: $n(H_3O^+) = n(HCOO^-) = x_f$ ، وبالتالي $[H_3O^+] = [HCOO^-]$

$$\sigma_2 = [H_3O^+] (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{HCOO^-})$$

$$[H_3O^+] = \frac{\sigma_2}{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{HCOO^-})} = \frac{0,1129}{40,46 \times 10^{-3}} = 2,8 \text{ mol} / \text{m}^3$$

$$[HCOO^-] = 2,8 \text{ mol} / \text{m}^3$$

من جدول التقدّم : $n(HCOOH) = CV - x_f$ ، وبالتالي $[HCOOH] = C - \frac{x_f}{V} = C - [H_3O^+]$

$$[HCOOH] = 5 \times 10^{-2} - 2,8 \times 10^{-3} = 4,7 \times 10^{-2} \text{ mol / L}$$

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_m} = \frac{[H_3O^+]V}{CV} = \frac{[H_3O^+]}{C} \quad \text{3 - نسبة التقدّم النهائي}$$

$$\tau_{f1} = \frac{0,88 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-2}} = 0,017 : (S_1) \text{ المحلول في التفاعل}$$

$$\tau_{f2} = \frac{2,8 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-2}} = 0,056 : (S_2) \text{ المحلول في التفاعل}$$

$$K_2 = \frac{[H_3O^+] \times [HCOO^-]}{[HCOOH]} = \frac{(2,8 \times 10^{-3})^2}{4,7 \times 10^{-2}} = 1,6 \times 10^{-4} , \quad K_1 = \frac{[H_3O^+] \times [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{(0,88 \times 10^{-3})^2}{4,9 \times 10^{-2}} = 1,6 \times 10^{-5} \quad \text{4 -}$$

5 - بنفس الحالة الابتدائية تتناسب نسبة التقدّم النهائي مع ثابت التوازن . $\tau_{f2} > \tau_{f1} \Rightarrow K_2 > K_1$

التمرين 03

1 - جدول التقدّم :

2 - المحلول الأول :

CH_3COOH	+	H_2O	=	CH_3COO^-	+	H_3O^+
CV		/		0		0
CV - x		/		x		x
CV - x _f		/		x _f		x _f

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

$$[H_3O^+] = [CH_3COO^-] = \frac{0,0153}{39,1 \times 10^{-3}} = 0,39 \text{ mol / m}^3$$

$$[CH_3COOH] = C - \frac{x_f}{V} = C - [H_3O^+] = 1 \times 10^{-2} - 0,39 \times 10^{-3} = 9,6 \times 10^{-3} \text{ mol / L}$$

المحلول الثاني :

$$[H_3O^+] = [CH_3COO^-] = \frac{0,0107}{39,1 \times 10^{-3}} = 0,27 \text{ mol / m}^3$$

$$[CH_3COOH] = C - \frac{x_f}{V} = C - [H_3O^+] = 5 \times 10^{-3} - 0,27 \times 10^{-3} = 4,7 \times 10^{-3} \text{ mol / L}$$

3 - ثابت التوازن :

$$K_1 = \frac{[H_3O^+] \times [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{(0,39 \times 10^{-3})^2}{9,6 \times 10^{-3}} = 1,58 \times 10^{-5} \quad \text{- التفاعل في المحلول الأول}$$

$$K_2 = \frac{[H_3O^+] \times [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{(0,27 \times 10^{-3})^2}{4,7 \times 10^{-3}} = 1,54 \times 10^{-5} \quad \text{- التفاعل في المحلول الثاني}$$

4 - من أجل تركيزين مختلفين لحمض الإيثانويك وجدنا نفس قيمة ثابت التوازن ، وبالتالي ثابت التوازن لا يتعلّق بالحالة الابتدائية ، أي مهما كان التركيز المولي نجد نفس قيمة ثابت التوازن . (للعلم ثابت التوازن يتعلّق فقط بدرجة الحرارة لحد الآن) .

التمرين 04

- I

1 - جدول التقدّم : حيث كميات المادة بـ mmol .

$HCOOH$	+	CH_3COO^-	=	$HCOO^-$	+	CH_3COOH
2,5		5		0		0
2,5 - x		5 - x		x		x
2,5 - x _f		5 - x _f		x _f		x _f

- 2

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

$$(1) \quad \tau_f = \frac{x_f}{x_m} \quad \text{3 -}$$

بما أن إيثانوات الصوديوم يتحلل كلياً في الماء $CH_3COONa \xrightarrow{H_2O} Na^+ + CH_3COO^-$ ، فإن $[Na^+] = [CH_3COO^-]$

$$0,973 = 5 \times 10^{-3} \times \frac{5 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}} + 4,1 \times 10^{-3} \times \frac{5 \times 10^{-3} - x_f}{50 \times 10^{-6}} + 5,46 \times 10^{-3} \frac{x_f}{50 \times 10^{-6}}$$

$$x_f = 2,3 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

من جدول التقدّم لدينا $x_m = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$

$$\tau_f = \frac{2,3 \times 10^{-3}}{2,5 \times 10^{-3}} = 0,92 : (1) \text{ بالتعويض في العلاقة}$$

$$K = \frac{[HCOO^-] \times [CH_3COOH]}{[HCOOH] \times [CH_3COO^-]} = \frac{\frac{x_f}{V} \times \frac{x_f}{V}}{\left(\frac{2,5 \times 10^{-3} - x_f}{V}\right) \times \left(\frac{5 \times 10^{-3} - x_f}{V}\right)} = \frac{x_f^2}{(2,5 \times 10^{-3} - x_f) \times (5 \times 10^{-3} - x_f)} : \text{ ثابت التوازن} - 4$$

$$K = \frac{x_f^2}{x_f^2 \times \left(\frac{2,5 \times 10^{-3}}{x_f} - 1\right) \times \left(\frac{5 \times 10^{-3}}{x_f} - 1\right)} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\tau_f} - 1\right) \times \left(\frac{2}{\tau_f} - 1\right)} = \frac{\tau_f^2}{(1 - \tau_f) \times (2 - \tau_f)}$$

$$[HCOO^-] = [CH_3COOH] = \frac{x_f}{V} = \frac{2,3 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-3}} = 4,6 \times 10^{-2} \text{ mol / L} - 5$$

$$[HCOOH] = \frac{(2,5 - 2,3) \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-3}} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol / L}$$

$$[HCOOH] = \frac{(5 - 2,3) \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-3}} = 5,4 \times 10^{-3} \text{ mol / L}$$

$$K = \frac{\tau_f^2}{(1 - \tau_f) \times (2 - \tau_f)} = \frac{(0,92)^2}{(1 - 0,92) \times (2 - 0,92)} = 9,8 : \text{ الطريقة الأولى} - 6$$

$$K = \frac{[HCOO^-] \times [CH_3COOH]}{[HCOOH] \times [CH_3COO^-]} = \frac{(4,6 \times 10^{-2})^2}{4 \times 10^{-3} \times 5,4 \times 10^{-2}} = 9,8 : \text{ الطريقة الثانية}$$

- II

1 - جدول التقدّم :

$HCOOH + CH_3COO^- = HCOO^- + CH_3COOH$			
5	5	0	0
$5 - x$	$5 - x$	x	x
$5 - x_f$	$5 - x_f$	x_f	x_f

$$K = \frac{[HCOO^-] \times [CH_3COOH]}{[HCOOH] \times [CH_3COO^-]} = \frac{\frac{x_f}{V} \times \frac{x_f}{V}}{\left(\frac{5 \times 10^{-3} - x_f}{V}\right) \times \left(\frac{5 \times 10^{-3} - x_f}{V}\right)} = \frac{x_f^2}{(5 \times 10^{-3} - x_f)^2}$$

$$\tau_f = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}} \text{ ، ومنه } \sqrt{K} = \frac{x_f}{(5 \times 10^{-3} - x_f)} = \frac{x_f}{x_f \left(\frac{5 \times 10^{-3}}{x_f} - 1\right)} = \frac{1}{\frac{1}{\tau_f} - 1} = \frac{\tau_f}{1 - \tau_f}$$

$$\tau_f = \frac{\sqrt{9,8}}{1 + \sqrt{9,8}} = 0,76 \text{ ، وبالتالي } K = 9,8 \text{ ، أي } K = 9,8 \text{ ، وبالنتيجة}$$

$$x_f = x_m \times \tau_f = 5 \times 10^{-3} \times 0,76 = 3,8 \times 10^{-3} \text{ mol} : \text{ التقدّم النهائي}$$

$$\sigma = \lambda_{Na^+} [Na^+] + \lambda_{CH_3COO^-} [CH_3COO^-] + \lambda_{HCOO^-} [HCOO^-] \quad - 3$$

$$\sigma = 5 \times 10^{-3} \times \frac{5 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}} + 4,1 \times 10^{-3} \times \frac{5 \times 10^{-3} - x_f}{50 \times 10^{-6}} + 5,46 \times 10^{-3} \times \frac{x_f}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\sigma = 5 \times 10^{-3} \times \frac{5 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}} + 4,1 \times 10^{-3} \times \frac{5 \times 10^{-3} - 3,8 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}} + 5,46 \times 10^{-3} \times \frac{3,8 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}} = 1,01 S.m^{-1}$$

في هذه التجربة وجدنا قيمة الناقلية النوعية أكبر مما في التجربة الأولى ، والسبب : التقدّم النهائي في التجربة الثانية أكبر مما في التجربة الأولى .
 $[Na^+]$: بقي ثابتا .

بقدر ما ينقص $[CH_3COO^-]$ يزداد $[HCOO^-]$ ، لكن $\lambda_{HCOO^-} > \lambda_{CH_3COO^-}$

- 4

$$K = \left(\frac{\tau_f}{1 - \tau_f} \right)^2 = \left(\frac{0,9999}{1 - 0,9999} \right)^2 \approx 1 \times 10^8$$

لو أخذنا $\tau_f = 0,99$ ، نجد $K = \left(\frac{0,99}{1 - 0,99} \right)^2 \approx 1 \times 10^4$ ، وبالتالي نعتبر التفاعل تاما عمليا عندما يكون $K > 10^4$ من هنا وصاعدا ، وهذا في كل التفاعلات .