

## الأجوبة

1

بما أن الأمونياك يكتسب بروتونا  $H^+$  خلال تفاعله مع الماء إذن فهو حسب تعريف برونشنتد عبارة عن قاعدة.

2.1

1.2.1 الأنواع الكيميائية المتواجدة بالمحلول:  $NH_3; NH_4^+; OH^-; H_3O^+; H_2O$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-11,2} = 6,31 \cdot 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{6,31 \cdot 10^{-12}} = 1,58 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$
$$[NH_4^+] = [OH^-] = 1,58 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$
$$[NH_3] = C - [NH_4^+] = 0,1 - 1,58 \cdot 10^{-3} = 9,84 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

2.2.1 نلاحظ أن تركيز أيونات الأوكسونيوم  $H_3O^+$  جد ضعيفة مقارنة مع باقي التراكيز الأخرى، و بالتالي يمكن إهمالها أمامها.

3.1 بإهمال أيونات الأوكسونيوم، نكتب موصلية المحلول كالتالي:

$$\sigma = \lambda_{NH_4^+} \cdot [NH_4^+] + \lambda_{OH^-} \cdot [OH^-] = (\lambda_{NH_4^+} + \lambda_{OH^-}) \cdot [OH^-]$$

ت ع:

$$\sigma = (7,4 \cdot 10^{-3} + 2,0 \cdot 10^{-2}) \cdot 1,58 = 4,33 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$$

4.1 لدينا :

$$G = k \cdot \sigma = 1,0 \cdot 10^{-2} \cdot 4,33 \cdot 10^{-2} = 4,33 \cdot 10^{-4} \text{ S}$$

5.1 لدينا:

$$K = \frac{[NH_4^+]_{eq} [OH^-]_{eq}}{[NH_3]_{eq}}$$

ت ع:

$$K = \frac{(1,58 \cdot 10^{-3})^2}{9,84 \cdot 10^{-2}} = 2,53 \cdot 10^{-5}$$



المزدوجتان المتفاعلتان:



				المعادلة الكيميائية	
				التقدم X mmol	الحالة
كمية المادة (mmol)					
1	2	1	1	0	الحالة البدئية
1-x	2-x	1+x	1+x	x	خلال التحول
1-x <sub>f</sub>	2-x <sub>f</sub>	1+x <sub>f</sub>	1+x <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>	الحالة النهائية

$$\begin{cases} 1 - x_{\max 1} = 0 \Rightarrow x_{\max 1} = 1 \text{ mmol} \\ 2 - x_{\max 2} = 0 \Rightarrow x_{\max 2} = 2 \text{ mmol} \end{cases}$$

و بما أن  $x_{\max 1} < x_{\max 2}$  إذن:

$$x_{\max} = x_{\max 1} = 1 \text{ mmol}$$

لدينا:

$$K = \frac{[HCOO^-][CH_3COOH]}{[HCOOH][CH_3COO^-]}$$

$$K = 10 = \frac{(1+x_f)^2}{(1-x_f)(2-x_f)}$$

إذن:

$$10(1-x_f)(2-x_f) = (1+x_f)^2 \Rightarrow 9x_f^2 - 32x_f + 19 = 0$$

للمعادلة حلان:

$$\begin{cases} x_{f1} = \frac{16 - \sqrt{85}}{9} = 0,753 \text{ mmol} \\ x_{f2} = \frac{16 + \sqrt{85}}{9} = 2,80 \text{ mmol} \end{cases}$$

نعلم أن  $x_f \leq x_{\max}$

و بما أن  $x_{f2} > x_{\max}$  إذن يبقى الحل الوحيد هو  $x_f = x_{f1} = 0,75 \text{ mmol}$

$$[HCOO^-]_{eq} = [CH_3COOH]_{eq} = \frac{1+x_f}{V} = \frac{1,75}{0,1} = 17,5 \text{ mmol.L}^{-1} = 1,75 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

4.2

$$[HCOOH]_{eq} = \frac{1-x_f}{V} = \frac{1-0,75}{0,1} = 2,5 \text{ mmol.L}^{-1}$$

$$[CH_3COO^-]_{eq} = \frac{2-x_f}{V} = \frac{2-0,75}{0,1} = 12,5 \text{ mmol.L}^{-1} = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

3

1.3 نعتبر حجما V من المحلول التجاري كتلته m:

$$C_0 = \frac{n(HNO_3)}{V} = \frac{m(HNO_3)}{M(HNO_3) \cdot V} = \frac{35m}{100M(HNO_3) \cdot V} = \frac{35\rho \cdot V}{100M(HNO_3) \cdot V}$$

$$C_0 = \frac{35\rho}{100M(HNO_3)}$$

ت ع:

$$C_0 = \frac{35 \cdot 1,4 \cdot 10^3}{100 \cdot 63} = \frac{49 \cdot 10^3}{6,3 \cdot 10^3} = 7,78 \text{ mol.L}^{-1}$$

لدينا: خصائص المحلول النهائي بعد عملية التخفيف:  $V_1=10L$ ;  $C_1=5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$   
نعلم أن كمية مادة  $HNO_3$  المذابة في المحلول تتحفظ أثناء عملية التخفيف:

2.3

$$n_0(HNO_3) = n_1(HNO_3) \Rightarrow C_0 V_0 = C_1 V_1$$

إذن:

$$V_0 = \frac{C_1 V_1}{C_0}$$

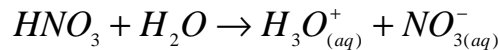
ت ع:

$$V_0 = \frac{5 \cdot 10^{-2} \cdot 10}{7,78} = 0,06427L = 64,27mL$$

3.3

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-1,3} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

و بما أن:  $[H_3O^+] = C_1$  إذن الحمض  $HNO_3$  عبارة عن حمض قوي.  
المعادلة الكيميائية:



لدينا أثناء عملية التخفيف: 4.3

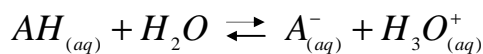
$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{C_1 V_1}{V_2} = \frac{5 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2}}{10^{-1}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

و بما أن الحمض قوي فإن:  $[H_3O^+] = C_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  و بالتالي:

$$pH = -\log([H_3O^+]) = 3 - \log(5) = 2,3$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3,4} = 3,98.10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

بما أن  $[H_3O^+] < C$  إذن الحمض AH حمض ضعيف.  
المعادلة الكيميائية:



لدينا: **2.4**

$$[A^-]_{eq} = [H_3O^+]_{eq} = 3,98.10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[AH]_{eq} = C - [A^-] = 10^{-2} - 3,98.10^{-4} = 9,6.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

إذن:

$$K_A = \frac{[A^-]_{eq}[H_3O^+]_{eq}}{[AH]_{eq}} = \frac{(3,98.10^{-4})^2}{9,6.10^{-3}} = 1,65.10^{-5}$$

3.4 نستنتج من الجدول أن هذا الحمض المدروس هو حمض الإيثانويك  $CH_3COOH$  لأن ثابتة حمضيته تساوي  $1,65.10^{-5}$ .

نعلم أنه كلما كانت ثابتة الحمضية كبيرة كلما كان الحمض قويا، و هكذا يمكن ترتيب هذه الأحماض حسب تزايد قوة الحمض كالتالي:



منحى تزايد قوة الحمض



2.5 لدينا بالنسبة للمحلول  $S_1$   $[ClCH_2COO^-]_{eq} = [H_3O^+]_{eq}$

$$\sigma_1 = \lambda_{ClCH_2COO^-} \cdot [ClCH_2COO^-] + \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+] = (\lambda_{ClCH_2COO^-} + \lambda_{H_3O^+}) \cdot [H_3O^+]_{eq}$$

إذن:

$$[ClCH_2COO^-]_{eq} = [H_3O^+]_{eq} = \frac{\sigma_1}{\lambda_{ClCH_2COO^-} + \lambda_{H_3O^+}}$$

ت ع:

$$[ClCH_2COO^-]_{eq} = [H_3O^+]_{eq} = \frac{0,167}{4,22.10^{-3} + 35.10^{-3}} = 4,26 \text{ mol.m}^{-3} = 4,26 \text{ mmol.L}^{-1}$$

بنفس الطريقة بالنسبة للمحلول  $S_2$  نجد:

$$[HClCl_2COO^-]_{eq} = [H_3O^+]_{eq} = 8,5 \text{ mmol.L}^{-1}$$

3.5

لدينا:

$$\tau_1 = \frac{x_{f1}}{x_{\max 1}} = \frac{[ClCH_2COO^-]_{eq}}{C} = \frac{4,26}{10} = 0,426$$

$$\tau_2 = \frac{x_{f2}}{x_{\max 2}} = \frac{[HCCl_2COO^-]_{eq}}{C} = \frac{8,5}{10} = 0,85$$

4.5

$$K_1 = \frac{[ClCH_2COO^-]_{eq} [H_3O^+]_{eq}}{[ClCH_2COOH]_{eq}} = \frac{(4,26 \cdot 10^{-3})^2}{10^{-2} - 4,26 \cdot 10^{-3}} = 3,16 \cdot 10^{-3}$$

$$K_2 = \frac{[HCCl_2COO^-]_{eq} [H_3O^+]_{eq}}{[HCCl_2COOH]_{eq}} = \frac{(8,5 \cdot 10^{-3})^2}{10^{-2} - 8,5 \cdot 10^{-3}} = 84,16 \cdot 10^{-3}$$

5.5

نلاحظ أن  $\tau_2 > \tau_1$  و  $K_2 > K_1$ ، إذن فنسبة التقدم النهائي تتعلق بثابتة التوازن بالنسبة لنفس التركيز، فكلما كانت ثابتة التوازن كبيرة كلما كانت نسبة التقدم النهائي كبيرة.