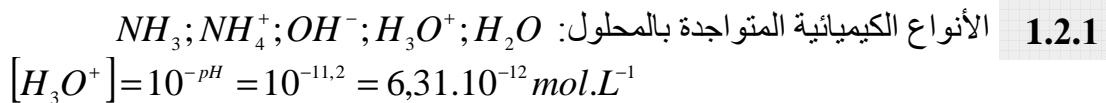


الأجوبة

1

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

2.1



$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{6,31 \cdot 10^{-12}} = 1,58 \cdot 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$$

$$[NH_4^+] = [OH^-] = 1,58 \cdot 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$$

$$[NH_3] = C - [NH_4^+] = 0,1 - 1,58 \cdot 10^{-3} = 9,84 \cdot 10^{-2} mol \cdot L^{-1}$$

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

3.1

بإهمال أيونات الأوكسونيوم، نكتب موصليية المحلول كالتالي:

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

ت ع :

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

لدينا :

4.1

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

لدينا :

5.1

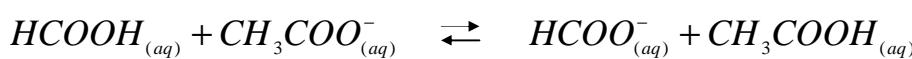
$$K = \frac{[NH_4^+]_{eq} [OH^-]_{eq}}{[NH_3]_{eq}}$$

ت ع :

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

2

.1.2



المزدوجتان المتفاعلات:



.2.2

المعادلة الكيميائية				الحالات
X	النقد mmol	الحالات		
كمية المادة (mmol)				
1	2	1	1	الحالة البدئية
1-x	2-x	1+x	1+x	خلال التحول
1-x_f	2-x_f	1+x_f	1+x_f	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:

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

.3.2

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:

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

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

.4.2

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

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

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

3

نعتبر حجما V من المحلول التجاري كتلته m:

.1.3

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

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

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: $C_1 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ نعلم أن كمية مادة HNO_3 المذابة في المحلول تحفظ أثناء عملية التخفيف:

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

إذن:

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

ت ع:

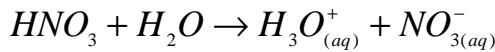
$$V_0 = \frac{5 \cdot 10^{-2} \cdot 10}{7,78} = 0,06427L = 64,27mL$$

.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: $[H_3O^+] = C_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ وبالتالي:

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

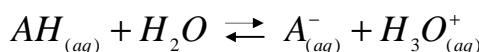
4

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3,4} = 3,98 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

.1.4

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

المعادلة الكيميائية:



لدينا:

.2.4

$$[A^-]_{eq} = [H_3O^+]_{eq} = 3,98 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[AH]_{eq} = C - [A^-] = 10^{-2} - 3,98 \cdot 10^{-4} = 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

إذن:

$$K_A = \frac{[A^-]_{eq}[H_3O^+]_{eq}}{[AH]_{eq}} = \frac{(3,98 \cdot 10^{-4})^2}{9,6 \cdot 10^{-3}} = 1,65 \cdot 10^{-5}$$

.3.4

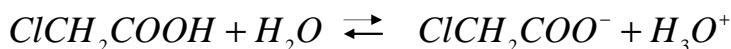
نستنتج من الجدول أن هذا الحمض المدروس هو حمض الإيثانويك CH_3COOH لأن ثابتة حمضيته تساوي $1,65 \cdot 10^{-5}$.

نعلم أنه كلما كانت ثابتة الحمضية كبيرة كلما كان الحمض قوياً، وهذا يمكن ترتيب هذه الأحماض حسب تزايد قوة الحمض كالتالي:

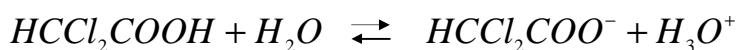


→ منحى تزايد قوة الحمض

5



.1.5



.2.5

لدينا بالنسبة للمحلول S_1

$$\sigma_1 = \lambda_{ClCH_2\text{COO}^-} \cdot [ClCH_2\text{COO}^-]_{eq} + \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+]_{eq} = (\lambda_{ClCH_2\text{COO}^-} + \lambda_{H_3O^+}) \cdot [H_3O^+]_{eq}$$

إذن:

$$[ClCH_2\text{COO}^-]_{eq} = [H_3O^+]_{eq} = \frac{\sigma_1}{\lambda_{ClCH_2\text{COO}^-} + \lambda_{H_3O^+}}$$

ت ع:

$$[ClCH_2\text{COO}^-]_{eq} = [H_3O^+]_{eq} = \frac{0,167}{4,22 \cdot 10^{-3} + 35 \cdot 10^{-3}} = 4,26 \text{ mol.m}^{-3} = 4,26 \text{ mmol.L}^{-1}$$

بنفس الطريقة بالنسبة للمحلول S_2 نجد:

$$[HCCl_2\text{COO}^-]_{eq} = [H_3O^+]_{eq} = 8,5 \text{ mmol.L}^{-1}$$

.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 $\tau_1 > \tau_2$ 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.