www.sites.google.com/site/faresfergani
Fares_Fergani@yahoo.Fr

# تمارين مقترحة

## 3AS U04 - Exercice 022

المحتوى المعرفي : تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن .

تاريخ آخر تحديث : 2015/04/20

**نص التمرين :** ( بكالوريا 2013 - رياضيات ) (**)

1- نحضر محلولا مائيا ($S_1$) لحمض الإيثانويك $CH_3$-COOH ، و ذلك بانحلال كتلة : $m = 0.72\ g$ من حمض الإيثانويك النقي في $800\ mL$ من الماء المقطر . في درجة الحرارة $25°C$ ، كانت قيمة الـ pH لمحلوله 3.3 .

أ- أحسب $C_1$ التركيز المولي للمحلول ($S_1$) .

ب- اكتب المعادلة المنمذجة لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء .

جـ- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .

د- عبر عن التقدم $x_{eq}$ عند التوازن بدلالة : pH و V ، حيث V حجم المحلول ($S_1$) .

هـ- بين أن قيمة الـ pKa للثنائية : $CH_3COOH/CH_3COO^-$ هي : 4.76 .

2- نمزج حجما $V_1$ من المحلول ($S_1$) كمية مادته $n_0$ مع حجم $V_2$ من محلول النشادر له نفس كمية المادة $n_0$ .

أ- أكتب معادلة التفاعل الحادث بين : $CH_3$-COOH و $NH_3$ .

ب- احسب ثابت التوزان K .

جـ- بين أن النسبة النهائية $\tau_{eq}$ لتقدم التفاعل يمكن كتابتها على الشكل : $\tau_{eq} = \dfrac{\sqrt{K}}{1+\sqrt{K}}$ .

د- احسب $\tau_{eq}$ . ماذا تستنتج ؟

تعطى : $pKa(NH_4^+/NH_3) = 9.2$ ، $M(H) = 1\ g/mol$ ، $M(C) = 12\ g/mol$ ، $M(O) = 16\ g/mol$ .

# حل التمرين

1- P1 التركيز $C_1$ :

$$C_1 = \frac{n_0(CH_3COOH)}{V} = \frac{\frac{m_0}{M}}{V} = \frac{m}{M.V}$$

• $M(CH_3COOH) = 60\ g/mol$

• $C = \frac{0,72}{60 \times 0,8} = 1,5 \times 10^{-2}\ mol/L$

ب- معادلة انحلال $CH_3COOH$ :

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} = CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+$$

ج- جدول التقدم :

| الحالة | التقدم | $CH_3COOH + H_2O = CH_3COO^- + H_3O^+$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| الابتدائية | $x=0$ | $n_0 = C_aV_a$ | بكثرة | 0 | 0 |
| الانتقالية | $x>0$ | $C_aV_a - x$ | بكثرة | $x$ | $x$ |
| النهائية (التوازن) | $x_{eq}$ | $C_aV_a - x_{eq}$ | بكثرة | $x_{eq}$ | $x_{eq}$ |

د- التقدم $x_{eq}$ بدلالة pH و V :

$$[H_3O^+]_{éq} = \frac{n_{eq}(H_3O^+)}{V}$$

واعتمادًا على جدول التقدم :

$$n_{eq}(H_3O^+) = x_{eq} \rightarrow [H_3O^+]_{eq} = \frac{x_{eq}}{V}$$

$$x_{éq} = [H_3O^+]_{eq} \times V \rightarrow x_{éq} = 10^{-pH} \times V$$

هـ- اثبات أن $pK_a = 4,76$ :

نحسب أولا $K_a$ :

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-]_{éq}\,[H_3O^+]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}}$$

اعتمادًا على جدول التقدم .

- $[H_3O^+]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V}$

- $[CH_3COO^-]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V} = [H_3O^+]_{éq} = 10^{-3,3} = 5,01 \times 10^{-4}$ mol/L

- $[CH_3COOH]_{éq} = \frac{CV - x_{éq}}{V} = \frac{CV}{V} - \frac{x_{éq}}{V} = C - [H_3O^+]_{éq}$

$= 1,5 \times 10^{-2} - 5,01 \times 10^{-4} = 1,45 \times 10^{-2}$ mol/L

اذن :

$Ka = \frac{5,01 \times 10^{-4} \times 5,01 \times 10^{-4}}{1,45 \times 10^{-2}} = 1,73 \times 10^{-5}$

- $pKa = -\log Ka = 4,76$

ج-2- معادلة التفاعل الحادث بين $CH_3COOH$ و $NH_3$ :

$$CH_3COOH_{(aq)} + NH_{3(aq)} = CH_3COO^-_{(aq)} + NH_4^+{}_{(aq)}$$

د- ثابت التوازن K :

$$K = \frac{[CH_3COO^-]_{éq}[NH_4^+]_{éq}}{[CH_3COOH]_{éq} \cdot [NH_3]_{éq}} = \frac{[CH_3COO^-]_{éq}[H_3O^+]_{éq}}{[CH_3COOH]_{éq}} \cdot \frac{[NH_4^+]_{éq}}{[NH_3]_{éq}[H_3O^+]_{éq}}$$

$$K = Ka_1(CH_3COOH/CH_3COO^-) \times \frac{1}{Ka(NH_4^+/NH_3)} \rightarrow K = \frac{Ka_1}{Ka_2}$$

- $pKa_1 = 4,76 \rightarrow Ka_1 = 1,73 \times 10^{-5}$

- $pKa_2 = 9,2 \rightarrow Ka_2 = 10^{-9,2} = 6,30 \times 10^{-10}$

اذن:

$K = \frac{1,73 \times 10^{-5}}{6,30 \times 10^{-10}} = 2,75 \times 10^{4}$

ج- اثبات : $\tau_{éq} = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}}$

لدينا :

$$K = \frac{[CH_3COO^-]_{éq}[NH_4^+]_{éq}}{[CH_3COOH]_{éq}[NH_3]_{éq}}$$

اعتمادا على جدول التقدم نكتب :

$$K = \frac{\frac{x_{éq}}{V} \cdot \frac{x_{éq}}{V}}{\frac{CV - x_{éq}}{V} \cdot \frac{CV - x_{éq}}{V}}$$

$$K = \frac{(x_{eq})^2}{(CV - x_{eq})^2} \longrightarrow K = \left(\frac{x_{eq}}{CV - x_{eq}}\right)^2$$

$$\sqrt{K} = \frac{x_{eq}}{CV - x_{eq}}$$

لدينا:

$$\tau_f = \frac{x_{eq}}{x_{max}} \longrightarrow x_{eq} = \tau_{eq} \times x_{max}$$

من جدول التقدم وباعتبار التفاعل تام:

$$CV - x_{max} = 0 \longrightarrow x_{max} = CV$$

ومنه:

$$\sqrt{K} = \frac{\tau_{eq} \times CV}{CV - \tau_{eq} \times CV} = \frac{\tau_{eq} \times CV}{CV(1 - \tau_{eq})} = \frac{\tau_{eq}}{1 - \tau_{eq}}$$

$$\sqrt{K}(1 - \tau_{eq}) = \tau_{eq}$$

$$\sqrt{K} - \sqrt{K}\,\tau_{eq} = \tau_{eq}$$

$$\sqrt{K} = \tau_{eq} + \sqrt{K}\,\tau_{eq}$$

$$\sqrt{K} = \tau_{eq}(1 + \sqrt{K}) \longrightarrow \tau_{eq} = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}}$$

د- قيمة $\tau_{eq}$:

$$\tau_{eq} = \frac{\sqrt{2{,}75 \times 10^4}}{1 + \sqrt{2{,}75 \times 10^4}} = 0{,}99 \approx 1$$

$\tau_{eq} = 1$ ، نستنتج أن التفاعل الحادث بين $NH_3$ و $CH_3COOH$ يكون تام.