

تفاعلات حمض - قاعدة
تمارين مرفقة بالحلول
فيزياء تارودانت



<http://www.9alami.com>

1

يعطي قياس موصلية محلول حمض الإيثانويك تركيزه $C = 10^{-3} \text{ mol/L}$ القيمة $\sigma = 4,9 \mu\text{S}\cdot\text{mm}^{-1}$.
نعطي :

$$\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35 \cdot 10^{-3} \text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$K_e = 10^{-14}$$

لاختصار الكتابة نكتب :

$$\Lambda_0 = \lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) + \lambda(\text{H}_3\text{O}^+)$$

- 1- اكتب معادلة تأين حمض الإيثانويك في الماء.
- 2- أوجد تعبير ثابتة الحمضية K_A للمزدوجة $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ بدلالة نسبة التقدم النهائي τ وتركيز المحلول C .
- 3- أوجد تعبير نسبة التقدم النهائي τ بدلالة σ و Λ_0 و C و احسب قيمتها.
- 4- احسب K_A .
- 5- احسب pH المحلول.
- 6- قارن بين تركيزي حمض الإيثانويك و أيون الإيثانوات في المحلول دون حسابهما.
- 7- احسب تراكيز الأنواع الكيميائية المتواجدة بالمحلول.

2

نضيف إلى 150mL من الماء المقطر حجما $V_0 = 100\text{mL}$ من محلول S_0 لحمض البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ تركيزه $C_0 = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ، فنحصل على محلول S_1 تركيزه C_1 .

أعطى قياس pH المحلول S_1 القيمة: $\text{pH} = 3,1$.

- 1- احسب التركيز C_1 للمحلول S_1 .
- 2- بين أن حمض البنزويك حمض ضعيف و اكتب معادلة تأينه في الماء.
- 3- أوجد قيمة نسبة التقدم النهائي τ_1 في المحلول S_1 .
- 4- احسب ثابتة الحمضية K_A للمزدوجة $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$.
- 5- حدد معللا جوابك النوع الكيميائي المهيمن ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ أم $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ ؟) في المحلول S_1 .
- 6- أوجد قيمة نسبة التقدم τ_0 في المحلول S_0 .
- 7- حدد تأثير تخفيف المحلول على نسبة التقدم النهائي.



<http://www.9alami.com>

نذيب كتلة $m=88\text{mg}$ من حمض الأسكوربيك (acide ascorbique: vitamine C) صيغته $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ في حجم $V=100\text{mL}$ من الماء، فنحصل على محلول S ذي $\text{pH} = 3,2$.

- 1- احسب تركيز المحلول C .
- 2- اكتب معادلة حمض - قاعدة بين حمض الأسكوربيك و الماء.
- 3- أنشئ جدول التقدم لهذا التفاعل و حدد التقدم الأقصى X_{max} .
- 4- أوجد قيمة التقدم النهائي x_f .
- 5- استنتج فيما إذا كان التفاعل كلياً أم محدوداً، و احسب قيمة نسبة التقدم النهائي τ .
- 6- احسب قيمة ثابتة التوازن.

نذيب حجماً $V_a = 1,2 \text{ L}$ من غاز كلورور الهيدروجين في لتر من الماء، فنحصل على محلول S_1 لحمض الكلوريدريك حجمه $V_1 = 1 \text{ L}$.
نأخذ بواسطة ماصة حجماً $V=10 \text{ mL}$ من المحلول S_1 و نفرغه في حوضلة معيارية من فئة 500mL تحتوي في البداية على 250mL من الماء المقطر. نحرك المحلول المحصل عليه ثم نضيف إليه تدريجياً الماء المقطر مع تحريك الخليط حتى الوصول إلى الخط المعياري للحوضلة، فنحصل في الأخير على محلول S_2 تركيزه C_2 و موصليته $\sigma_2 = 0,043 \text{ S.m}^{-1}$.

- 1- اكتب معادلة تفاعل غاز كلورور الهيدروجين مع الماء.
- 2- احسب التركيز C_2 .
- 3- اكتب تعبير الموصلية σ_2 للمحلول S_2 بدلالة الموصليات المولية الأيونية و تراكيز الأيونات المتواجدة بالمحلول (نهمل تركيز أيون الهيدروكسيد HO^- أمام تراكيز الأيونات الأخرى).
- 4- استنتج تراكيز الأيونات المتواجدة بالمحلول بما فيها أيون الهيدروكسيد.
- 5- تحقق فيما إذا كان من الممكن إهمال تركيز أيون الهيدروكسيد HO^- أمام تراكيز الأيونات الأخرى.
- 6- هل التفاعل بين الماء و غاز كلور الهيدروجين كلياً أم محدود؟ علل جوابك.

المعطيات:

الحجم المولي للغازات : $V_m=24\text{L.mol}^{-1}$.

الجداء الأيوني: $K_e = 10^{-14}$.

$$\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$$

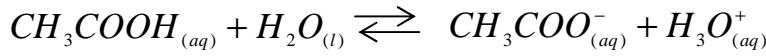
$$\lambda(\text{Cl}^-) = 7,6 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$$



الأجوبة

1

-1



-2 لدينا:

$$[H_3O^+]_{eq} = [CH_3COO^-]_{eq} = \frac{x_f}{V} = \frac{\tau \cdot x_{max}}{V} = \frac{\tau \cdot CV}{V} = C\tau$$

$$[CH_3COOH]_{eq} = \frac{CV - x_f}{V} = C - \frac{x_f}{V} = C - C\tau = C(1 - \tau)$$

و نعلم أن:

$$K_A = \frac{[H_3O^+]_{eq} \cdot [CH_3COO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}}$$

إذن:

$$K_A = \frac{(C\tau)^2}{C(1 - \tau)} = \frac{C\tau^2}{1 - \tau}$$

-3 لدينا:

$$\sigma = \lambda(H_3O^+)[H_3O^+]_{eq} + \lambda(CH_3COO^-)[CH_3COO^-]_{eq}$$

و بما أن: $[H_3O^+]_{eq} = [CH_3COO^-]_{eq}$ إذن:

$$\sigma = (\lambda(H_3O^+) + \lambda(CH_3COO^-))[H_3O^+]_{eq} = \Lambda_0[H_3O^+]_{eq}$$

و لدينا:

$$[H_3O^+]_{eq} = C\tau$$

إذن:

$$\sigma = \Lambda_0[H_3O^+]_{eq} = \Lambda_0 C\tau \Rightarrow \tau = \frac{\sigma}{\Lambda_0 C}$$

ت ع:

$$\tau = \frac{4,9 \cdot 10^{-3}}{39,1 \cdot 10^{-3} \cdot 1} \approx 0,125$$

ملحوظة: يجب الانتباه إلى عمليات التحويل.

-4 لدينا:

$$K_A = \frac{C\tau^2}{1 - \tau}$$

ت ع:

$$K_A = \frac{10^{-3} (0,125)^2}{1 - 0,125} = 1,79 \cdot 10^{-5}$$



5- لدينا:

$$pH = -\log([H_3O^+]_{eq}) = -\log(C\tau) = -\log(1,2510^{-4}) = 3,9$$

6- الطريقة الأولى:

بما أن $\tau < 0,5$ ، إذن حمض الإيثانويك لم يتفكك إلا بنسبة أقل من النصف و من تم فإن :

$$n(CH_3COOH)_{eq} > n(CH_3COO^-)_{eq} \Rightarrow [CH_3COOH]_{eq} > [CH_3COO^-]_{eq}$$

الطريقة الثانية:
لدينا:

$$pH = pK_A + \log\left(\frac{[CH_3COO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}}\right)$$

و بما أن $pH < pK_A$ إذن:

$$\log\left(\frac{[CH_3COO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}}\right) < 0 \Rightarrow [CH_3COO^-]_{eq} < [CH_3COOH]_{eq}$$

الطريقة الثالثة:
لدينا:

$$\frac{[CH_3COO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}} = \frac{\tau}{1-\tau} = 0,14 < 1$$

إذن:

$$[CH_3COO^-]_{eq} < [CH_3COOH]_{eq}$$

7-

لدينا:

$$[H_3O^+]_{eq} = [CH_3COO^-]_{eq} = C\tau = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[CH_3COOH]_{eq} = C - [CH_3COO^-]_{eq} = 8,75 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[HO^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]_{eq}} = \frac{10^{-14}}{1,25 \cdot 10^{-4}} = 8 \cdot 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$$

2

1- لدينا:

$$C_1V_1 = C_0V_0 \Rightarrow C_1 = \frac{C_0V_0}{V_1}$$

ت ع:

$$C_1 = \frac{2,5 \cdot 10^{-2} \cdot 0,1}{0,25} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

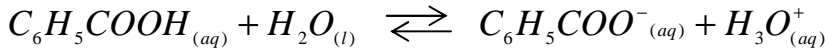
2- لدينا:

$$pH = 3,1 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3,1} = 7,94 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

و بما أن $[H_3O^+] < C_1$ إذن فحمض البنزويك حمض ضعيف.



معادلة التآين في الماء:



3- لدينا:

$$\tau_1 = \frac{[C_6H_5COO^-]_{eq}}{C} = \frac{[H_3O^+]_{eq}}{C} = \frac{7,94 \cdot 10^{-4}}{10^{-2}} = 7,94 \cdot 10^{-2} = 7,94\%$$

4- لدينا:

$$K_A = \frac{[C_6H_5COO^-]_{eq} [H_3O^+]_{eq}}{[C_6H_5COOH]_{eq}} = \frac{[H_3O^+]_{eq}^2}{C - [H_3O^+]_{eq}} = \frac{(7,94)^2 \cdot 10^{-8}}{10^{-2} - 7,94 \cdot 10^{-4}} = 6,8 \cdot 10^{-5}$$

5- لدينا:

$$pK_A = 4,17 \text{ و } pH = 3,1$$

و بما أن:

$$pH - pK_A = \log \left(\frac{[C_6H_5COO^-]_{eq}}{[C_6H_5COOH]_{eq}} \right) < 0$$

إذن: $[C_6H_5COOH]_{eq} > [C_6H_5COO^-]_{eq}$ ، و من ثم فالنوع الكيميائي المهيمن هو حمض البنزويك.

6- باعتبار المحلول S_0 : لدينا:

$$[H_3O^+]_{eq} = C_0 \tau_0$$

و هكذا نكتب:

$$K_A = \frac{[C_6H_5COO^-]_{eq} [H_3O^+]_{eq}}{[C_6H_5COOH]_{eq}} = \frac{[H_3O^+]_{eq}^2}{C_0 - [H_3O^+]_{eq}} = \frac{C_0 \tau_0^2}{1 - \tau_0}$$

و من ثم نحصل على معادلة من الدرجة الثانية:

$$C_0 \tau_0^2 + K_A \tau_0 - K_A = 0$$

$$\Delta = K_A^2 + 4C_0 K_A$$

$$\begin{cases} \tau_{01} = \frac{-K_A + \sqrt{\Delta}}{2C_0} \\ \tau_{02} = \frac{-K_A - \sqrt{\Delta}}{2C_0} \end{cases}$$

و بما أن $\tau_{02} < 0$ إذن يبقى الحل الوحيد للمعادلة هو:

$$\tau_0 = \tau_{01} = \frac{-K_A + \sqrt{\Delta}}{2C_0} = \frac{-6,8 \cdot 10^{-5} + \sqrt{(6,8)^2 \cdot 10^{-10} + 4 * 2,5 \cdot 10^{-2} * 6,8 \cdot 10^{-5}}}{2 * 2,5 \cdot 10^{-2}} = 0,05$$

7- نلاحظ أن $\tau_0 < \tau_1$ و بالتالي نسبة التقدم النهائي τ تزداد عند تخفيف المحلول.



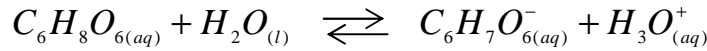
-1 لدينا:

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

ت ع:

$$C = \frac{0,088}{176 * 0,1} = 5.10^{-3} mol.L^{-1}$$

-2



-3

$C_6H_8O_{6(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_6H_7O_{6(aq)}^- + H_3O_{(aq)}^+$				المعادلة الكيميائية	
كمية المادة (mol)				التقدم : x(mol)	الحالة
$CV=5.10^{-4}$	بوفرة	0		0	البدئية
$CV-x$	بوفرة	x	x	x	خلال التفاعل
$CV-x_f$	بوفرة	x_f	x_f	x_f	الحالة النهائية

التقدم الأقصى: المتفاعل المحد هو حمض الأسكوربيك:

$$CV-x_{\max}=0 \Rightarrow x_{\max} = CV = 5.10^{-4} mol.$$

-4 لدينا:

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

إذن:

$$x_f = V.[H_3O^+] = V.10^{-pH}$$

ت ع:

$$x_f = 0,1 * 10^{-3,2} = 6,310^{-5} mol$$

-5 بما أن $x_f < x_{\max}$ إذن التفاعل محدود.

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

ت ع:

$$\tau = \frac{6,3.10^{-5}}{5.10^{-4}} = 0,126$$

-6 لدينا:

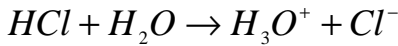
$$K = \frac{[C_6H_7O_6^-]_{eq} [H_3O^+]_{eq}}{[C_6H_8O_6]_{eq}} = \frac{[H_3O^+]_{eq}^2}{C - [H_3O^+]_{eq}}$$



$$K = \frac{(6,3)^2 \cdot 10^{-8}}{5 \cdot 10^{-3} - 6,3 \cdot 10^{-4}} = 9,2 \cdot 10^{-5} \quad \text{ت ع:}$$

4

1- معادلة التفاعل:



2-

لدينا أثناء عملية التخفيف:

$$C_1 V = C_2 V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{C_1 V}{V_2}$$

و لدينا:

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

إذن:

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

3- لدينا:

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

4-

نستنتج اعتماد على الجدول الوصفي للتفاعل الكيميائي أن:

$$[Cl^-] = [H_3O^+]$$

إذن:

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

و بالتالي:

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

ت ع:

$$[H_3O^+] = [Cl^-] = \frac{0,0852}{42,6 \cdot 10^{-3}} = 2 \text{ mol.m}^{-3} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[HO^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{2 \cdot 10^{-3}} = 5 \cdot 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1}$$

5- لدينا

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

إذن فتركيز أيون الهيدروكسيد مهمل أم تراكيز الأيونات الأخرى المتواجدة بالمحلول.

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

PCtaroudant

2011



<http://www.9alami.com>