التمرين 1

نحضر محلول مائي لحمض الايثانويك وذلك بإذابة كتلة $m = 120mg$ من حمض الايثانويك CH_3COOH في حجم $V=200ml$ من الماء الخالص. عند نهاية التفاعل يكون pH المزيج هو: $pH = 3,4$

نعطى: $M(C)= 12g.mol^{-1}$ ، $M(H)=1g.mol^{-1}$ ، $M(O)=16g.mol^{-1}$

1- احسب كمية مادة الحمض البدئية.
2- احسب C_A تركيز المحلول.
3- انشئ الجدول الوصفي للتفاعل
4- حدد كمية او قيمة x_{eq} تقدم التفاعل عند التوازن.
5- ارجد قيمة τ نسبة التقدم النهائي للتفاعل. واستنتج؟
6- عبر عن K ثابتة توازن التفاعل بدلالة C_A و τ واحسب قيمتها
7- نخفف المحلول فيصبح تركيزه $C'_A = 10^{-3} mol/l$ و ذي $pH = 3,9$.
احسب قيمة τ' الجديدة. قارن τ و τ' واستنتج تأثير التخفيف على نسبة التقدم النهائي.

التمرين 2

نعتبر محلول مائي لحمض الايثانويك تركيزه $C_A = 10^{-2} mol/l$ حيث موصلية هذا المحلول عند نهاية التفاعل هي: $\sigma = 15,56 mS.m^{-1}$

1- اكتب معادلة التفاعل.
2- انشئ الجدول الوصفي للتفاعل
3- احسب تركيز ايونات الاوكسونيوم عند نهاية التفاعل
4- استنتج τ نسبة التقدم النهائي للتفاعل ثم استنتج.
5- بين ان تعبير خارج التفاعل عند التوازن يعطى بالعلاقة

$$Q_{r,eq} = \frac{[H_3O^+]^2_{eq}}{C_A - [H_3O^+]_{eq}}$$

6- احسب قيمة K ثابتة توازن هذا التفاعل.
7- نخفف المحلول 10 مرات نقيس pH المحلول فنجدان $pH=3,9$

Scanné avec CamScanner

بين نسبة التقدم النهائي τ' تعطى بالعلاقة $\tau' = \frac{10^{-1-pH}}{C_A}$ ثم احسب قيمتها

قارن τ و τ' واستنتج تأثير التخفيف على نسبة التقدم النهائي.

نعطي:

$\lambda_{H_3O^+} = 35 ms.m^2.mol^{-1}$

$\lambda_{CH_3COO^-} = 4,09 ms.m^2.mol^{-1}$

3 نعتبر محلول مائي لحمض الميثانويك $HCOOH$ تركيزه $C_A = 10^{-2} mol/l$ وذي: $pH = 2,9$

1- اكتب معادلة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء

2- انشئ الجدول الوصفي للتفاعل. ثم احسب τ نسبة التقدم النهائي.

3- بين طارح التفاعل عند التوازن يعطى بالعلاقة.

$$Q_{r,eq} = \frac{10^{-2pH}}{C_A - 10^{-pH}}$$

4- استنتج قيمة K ثابتة توازن هذا التفاعل.

5- نخفف المحلول ليصبح تركيزه $C'_A = 5.10^{-3} mol/l$.

بين ان نسبة التقدم النهائي للتفاعل تعطى بالعلاقة:

$$\tau' = \frac{-K + \sqrt{K^2 + 4KC'_A}}{2C'_A}$$

6- قارن τ و τ' ثم استنتج تاثير التخفيف على نسبة التقدم النهائي.

7- حدد الاقتراح الصحيح من بين الاقتراحات التالية.

عند التخفيف.

ⓐ τ: تتناقص

ⓑ x_{eq}: تتزايد

ⓒ K: تتناقص

ⓓ x_{eq}: تبقى ثابتة.

ⓔ pH: يتناقص.

ⓕ K: ثابتة.

Scanné avec CamScanner

4 نعتبر محلول مائي لكلورور الامونيوم $(NH_4^+ + Cl^-)$ تركيزه $C_A = 10^{-2} mol/l$ وذي $pH = 5,6$ وحجمه V_A.

1- اكتب معادلة تفاعل الامونيوم NH_4^+ مع الماء.

2- حدد المزدوجتين المشاركتين في التفاعل.

3- انشئ الجدول الوصفي للتفاعل. ثم بين ان τ نسبة التقدم النهائي للتفاعل تعطى بالعلاقة:

$$\tau = \frac{10^{-pH}}{C_A}$$

ثم احسب قيمتها.

4- بين ان K ثابتة توازن التفاعل تعطى بالعلاقة.

$$K = \frac{x_{max} \cdot \tau^2}{V_A(1-\tau)}$$

ثم احسب قيمتها.

5- نخفف المحلول 4 مرات. أحسب pH المحلول المخفف ثم استنتج قيمة τ' نسبة التقدم النهائي في المحلول المخفف.

5 نعتبر محلول مائي لحمض الايثانويك: CH_3COOH تركيزه $C_A = 10^{-2} mol/l$ تم تحضيره بإذابة كتلة m من حمض الايثانويك في نصف لتر من الماء الخالص. عند التوازن موصلية المحلول هي $\sigma = 15,56 \, ms.m^{-1}$

1- اكتب معادلة التفاعل ثم انشئ الجدول الوصفي للتفاعل ثم احسب m

2- بين التقدم النهائي لتفاعل يعطى بالعلاقة.

$$x_f = \frac{\sigma V_A}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

3- استنتج تعبير τ نسبة التقدم النهائي لتفاعل يعطى كما يلي:

$$\tau = \frac{\sigma}{C_A(\lambda_1 + \lambda_2)}$$

ثم احسب قيمتها.

4- احسب K ثابتة توازن التفاعل.

نعطى:

$$\lambda_{H_3O^+} = \lambda_1 = 35 ms.m^2.mol^{-1}$$

$$\lambda_{CH_3COO^-} = \lambda_2 = 4,1 \, ms.m^2.mol^{-1}$$

$M(O) = 16 \, g.mol^{-1}$
$M(H) = 1 \, g.mol^{-1}$
$M(C) = 12 \, g.mol^{-1}$

Scanné avec CamScanner

ex : 1

① كمية مادة الحمض هي :

$$n_0(CH_3COOH) = \frac{m}{M} \Rightarrow n_0 = \frac{120.10^{-3}}{60}$$

$$n_0 = 2.10^{-3}\ mol$$

$$M = 2M(C) + 4M(H) + 2M(O)$$
$$= 2\times 12 + 4\times 1 + 2\times 16$$

$$M = 60\ g.mol^{-1}$$

ب)

$$n_0 = 2.10^{-3}\ mol$$

٢ - تركيز المحلول C_A :

$$C_A = \frac{n_0}{V} \Rightarrow C_A = \frac{2.10^{-3}}{200.10^{-3}} = 10^{-2}\ mol/l$$

$$\Rightarrow C_A = 10^{-2}\ mol/l$$

③ الجدول الوصفي :

	$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons$	$CH_3COO^- +$	H_3O^+
$(t=0)$	C_AV /	0	0
$t=t_f$	$C_AV - x_f$ /	x_f	x_f

④ لدينا :

$$[H_3O^+] = \frac{x_{eq}}{V} \Rightarrow 10^{-pH} = \frac{x_{eq}}{V}$$

$$\Rightarrow x_{eq} = V.10^{-pH}$$

$$x_{eq} = 200.10^{-3}.10^{-3,4} \Rightarrow x_{eq} = 7,962.10^{-5}\ mol$$

Scanné avec CamScanner

⑤ حساب τ :

$$\tau = \frac{x_{f1}}{x_{max}} = \frac{x_{e1}}{x_{max}}$$

$$\Rightarrow \boxed{\tau = \frac{x_{e1}}{n_0}} \Rightarrow \tau = \frac{7,962 \cdot 10^{-5}}{2 \cdot 10^{-2}}$$

$$\tau = 0,04 = 4\%$$

بما أن $\tau < 1$ فإن التفاعل محدود أو جزئي أو غير كلي.

⑥ لدينا :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{x_f}{c_A V} = \frac{\frac{x_f}{V}}{c_A} = \frac{[H_3O^+]}{c_A}$$

* x_f حسب الجدول نجد صنفان :

$$[CH_3COO^-] = [H_3O^+] \Rightarrow \boxed{[CH_3COO^-] = [H_3O^+] = \tau c_A}$$

* لدينا :

$$[CH_3COOH] = \frac{c_A V - x_f}{V} = \frac{c_A V - \tau c_A V}{V} = \frac{c_A V (1-\tau)}{V}$$

$$\Rightarrow \boxed{[CH_3COOH] = c_A (1-\tau)}$$

و عند التوازن نكتب

$$K = Q_{r,1} = \frac{[H_3O^+]_{eq} [CH_3COO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}}$$

$$\Rightarrow K = \frac{c_A \cdot \tau \cdot c_A \cdot \tau}{c_A (1-\tau)}$$

$$\Rightarrow \boxed{K = \frac{c_A \cdot \tau^2}{1-\tau}} \xrightarrow{\text{ت.ع}} \boxed{K = 1,66 \cdot 10^{-5}}$$

Scanné avec CamScanner

7- لدينا : $\tau' = \frac{[H_3O^+]}{C'_A} = \frac{10^{-pH}}{C'_A}$

$\tau' = \frac{10^{-3,9}}{10^{-3}} \simeq 0,126 = 12,6\%$

ادن بالمقارنة نجد ان : $\tau' > \tau$

لنستنتج ان τ تتزايد مع التخفيف.

ex: 2

① - معادلة التفاعل :

②

	$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$			
$(t=0)$	$c_A V_A$	/	0	0
$t=t_f$	$c_A V_A - x_f$	/	x_f	x_f

③ عند نهاية التفاعل لدينا : $[H_3O^+] = [CH_3COO^-]$

وعند نهاية التفاعل نكتب :

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

$$\Rightarrow \sigma = \lambda_{H_3O^+}[H_3O^+] + \lambda_{CH_3COO^-}[H_3O^+]$$

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

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

Scanné avec CamScanner

$$[H_3O^+] = \frac{15{,}56 \cdot 10^{-3} \cdot S\,m^{-1}}{(35 + 4{,}09)10^{-3} \cdot S\,m^2 \cdot mol^{-1}}$$

$$[H_3O^+] = 0{,}4\ mol/m^3 = 0{,}4 \cdot 10^{-3}\ mol/l$$

$$\Rightarrow \boxed{[H_3O^+] = 4 \cdot 10^{-4}\ mol/l}$$

④ لدينا:

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{x_f}{c_A V_A} = \frac{\frac{x_f}{V_A}}{c_A} = \frac{[H_3O^+]}{c_A}$$

$$\Rightarrow \boxed{\tau = \frac{[H_3O^+]}{c_A}} \Rightarrow \tau = \frac{4 \cdot 10^{-4}}{10^{-2}}$$

$$\Rightarrow \tau = 4 \cdot 10^{-2} = 4\% < 1$$

نستنتج ان التفاعل غير كلي.

⑤ لدينا:

- $[CH_3COO^-] = [H_3O^+]$

- $[CH_3COOH] = \frac{c_A V_A - x_f}{V_A} = c_A - \frac{x_f}{V_A} = c_A - [H_3O^+]$

اذن عند التوازن نكتب:

- $[CH_3COO^-]_{eq} = [H_3O^+]_{eq}$

- $[CH_3COOH]_{eq} = c_A - [H_3O^+]_{eq}$

عند التوازن:

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

$$\Rightarrow \boxed{Q_{r,eq} = \frac{[H_3O^+]_{eq}}{c_A - [H_3O^+]_{eq}}}$$

⑦

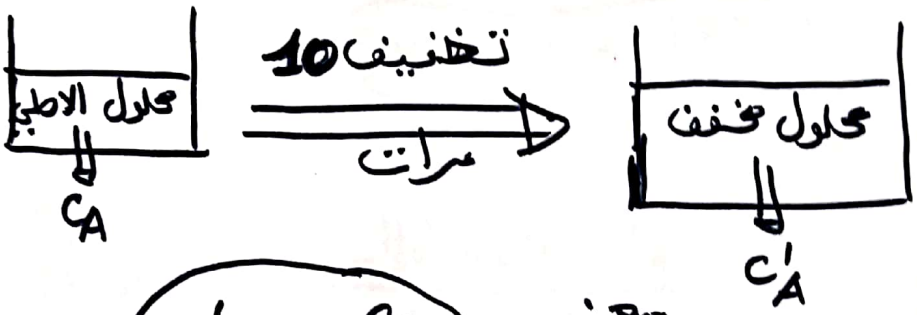
Scanné avec CamScanner

6- عند التوازن نكتب :

$$K = Q_{r,\eta} \Rightarrow \boxed{K = \frac{[H_3O^+]_{\eta}^2}{C_A - [H_3O^+]_{\eta}}}$$

$$\xrightarrow{A.N} K = \frac{(4.10^{-4})^2}{10^{-2} - 4\,10^{-4}} \rightarrow \boxed{K = 1,66\,10^{-5}}$$

7- لدينا :



$$\boxed{C'_A = \frac{C_A}{10}}$$ ومنه :

لدينا مما سبق

$$\tau' = \frac{[H_3O^+]}{C'_A} = \frac{10^{-PH}}{\frac{C_A}{10}} = \frac{10.10^{-PH}}{C_A} = \frac{10^1.10^{-PH}}{C_A}$$

$$\rightarrow \boxed{\tau'' = \frac{10^{1-PH}}{C_A}} \Rightarrow \tau' = \frac{10^{1-3,9}}{10^{-2}}$$

$$\tau' = 0,126 = 12,6\%$$

بالمقارنة فإن : $\tau' > \tau$ اذن نستنتج ان τ تتزايد مع التخفيف.

Scanné avec CamScanner

③ تصحيح تمرين

-1

	$HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$			
$(t=0)$	$C_A V_A$	/	0	0
$t=t_f$	$C_A V_A - x_f$	/	x_f	x_f

$\tau = 10^{-pH} / C_A$

$\tau = 0,126$

-3

- $[HCOO^-] = [H_3O^+]$
- $[HCOOH] = \frac{C_A V_A - x_f}{V_A} = C_A - \frac{x_f}{V_A} = C_A - [H_3O^+]$

$\Rightarrow [HCOOH] = C_A - [H_3O^+]$

عند التوازن نكتب:

$$Q_{r,éq} = \frac{[H_3O^+]_{éq}[HCOO^-]_{éq}}{[HCOOH]_{éq}}$$

$$= \frac{[H_3O^+]^2}{C_A - [H_3O^+]} = \frac{(10^{-pH})^2}{C_A - 10^{-pH}}$$

$$\Rightarrow Q_{r,éq} = \frac{10^{-2pH}}{C_A - 10^{-pH}}$$

④ عند التوازن:

$K = Q_{r,éq} \Rightarrow K = \frac{10^{-2\times 2,9}}{10^{-2} - 10^{-2,9}}$ $\Rightarrow K = 1,8 \cdot 10^{-4}$

⑤ لدينا:

- $[HCOO^-] = [H_3O^+] = C'_A \cdot \tau$
- $[HCOOH] = C'_A - [H_3O^+] = C'_A - C'_A \tau = C'_A (1-\tau)$

Scanné avec CamScanner

عند التوازن نكتب:

$$K = Q_{r,\eta} = \frac{[H_3O^+]_\eta [HCOO^-]_\eta}{[HCOOH]_\eta} \Rightarrow K = \frac{C'_A \cdot \tau \cdot C'_A \cdot \tau}{C'_A (1-\tau)}$$

$$K = \frac{C'_A \cdot \tau^2}{1-\tau}$$

$$\Rightarrow K(1-\tau) = C'_A \cdot \tau^2$$

$$\Rightarrow K - K\tau = C'_A \cdot \tau^2$$

$$\Rightarrow \boxed{C'_A \tau^2 + K\tau - K = 0}$$

معادلة من الدرجة الثانية المجهول فيها هو τ و مميزها:

$$\Delta = K^2 - 4(C'_A)(-K) = K^2 + 4KC'_A$$

$$\tau = \frac{-K + \sqrt{K^2 + 4KC'_A}}{2C'_A}$$

(غير مقبول كيميائيا) $\tau = \dfrac{-K - \sqrt{K^2 + 4KC'_A}}{2C'_A} < 0$

اذن تبقى:

$$\boxed{\tau = \frac{-K + \sqrt{K^2 + 4KC'_A}}{2C'_A}}$$

$$\tau = \frac{-4{,}8\cdot10^{-4} + \sqrt{(4{,}8\cdot10^{-4})^2 + 4 \cdot 4{,}8\cdot10^{-4} \cdot 5\cdot10^{-3}}}{2 \times 5\cdot10^{-3}}$$

$$\Rightarrow \tau = 0{,}172$$

$$\boxed{\tau = 17{,}2\,\%}$$

Scanné avec CamScanner

تصحيح السلسلة

6- قبل التخفيف المحلول كان : $\tau = 0,126$

بعد التخفيف المحلول اصبح : $\tau' = 0,172$

$\Rightarrow \tau' > \tau$

اذن τ تتزايد مع التخفيف.

7- الاقتراحات الصحيحة هي :

(ب) ، (ج)

ex: 4

1-

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$$

الامونيوم — الامونياك

2- المزدوجتين المشاركتين في التفاعل هما :

NH_4^+ / NH_3 ، H_3O^+ / H_2O

3-

	$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons$	$NH_3 + H_3O^+$
$(t=0)$	$C_A V_A$ /	0 0
$t=t_f$	$C_A V_A - x_f$ /	x_f x_f

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{x_f}{C_A V_A} = \frac{\frac{x_f}{V_A}}{C_A} = \frac{[H_3O^+]}{C_A}$$

$$\Rightarrow \boxed{\tau = \frac{10^{-pH}}{C_A}}$$

$$\tau = \frac{10^{-5,6}}{10^{-2}} = 2,5\,10^{-4}$$

تفاعل NH_4^+ مع الماء محدود

Scanné avec CamScanner

4- لدينا: $\frac{c_A}{2}$

- $[H_3O^+] = [NH_3] \Rightarrow [H_3O^+] = [NH_3] = c_A\tau$
- $[NH_4^+] = \frac{c_A V_A - x_f}{V_A} = c_A - \frac{x_f}{V_A} = c_A - [H_3O^+] = c_A - c_A\tau$

$$\Rightarrow \boxed{[NH_4^+] = c_A(1-\tau)}$$

عند التوازن:

$$K = Q_{r,\eta} = \frac{[H_3O^+]_\eta [NH_3]_\eta}{[NH_4^+]_\eta} = \frac{c_A\cdot\tau \cdot c_A\cdot\tau}{c_A(1-\tau)}$$

$$K = \frac{c_A\cdot\tau^2}{1-\tau}$$

و حسب: $x_{max} = c_A V_A$

$$\Rightarrow c_A = \frac{x_{max}}{V_A}$$

$$\Rightarrow K = \frac{\frac{x_{max}}{V_A}\cdot\tau^2}{1-\tau}$$

$$\Rightarrow \boxed{K = \frac{x_{max}\cdot\tau^2}{V_A(1-\tau)}}$$

ت.ع:

$$K = \frac{c_A\tau^2}{1-\tau} = \frac{10^{-2}(2{,}5\,10^{-4})^2}{1-2{,}5\,10^{-4}}$$

$$\boxed{K = 6{,}2\cdot 10^{-10}}$$

Scanné avec CamScanner

5- سهل ان تبين ان

- $[NH_3] = [H_3O^+]$
- $[NH_4^+] = C'_A - [H_3O^+]$

ثابتة تتعلق فقط بدرجة الحرارة K و

$$K = \frac{[H_3O^+]^2}{C'_A - [H_3O^+]} \Rightarrow [H_3O^+]^2 + K[H_3O^+] - KC'_A = 0$$

$$\Delta = K^2 + 4KC'_A$$

$$[H_3O^+] = \frac{-K + \sqrt{K^2 + 4KC'_A}}{2}$$

(الحل الآخر غير صحيح لانه سالب)

$$\Rightarrow [H_3O^+] = \frac{-K + \sqrt{K^2 + 4KC'_A}}{2}$$

$C'_A = \frac{C_A}{4}$: ومنه

(لان المحلول تخفف 4 مرات)

$$\Rightarrow [H_3O^+] = \frac{-K + \sqrt{K^2 + 4K\left(\frac{C_A}{4}\right)}}{2}$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = \frac{-K + \sqrt{K^2 + KC_A}}{2}$$

$$pH = -\log [H_3O^+]$$ و

$$pH = -\log\left(\frac{-K + \sqrt{K^2 + KC_A}}{2}\right)$$

$$pH = -\log\left(\frac{-6{,}2\,10^{-10} + \sqrt{(6{,}2\,10^{-10})^2 + 6{,}2 \cdot 10^{-10} \cdot 10^{-2}}}{2}\right)$$

$$\Rightarrow pH = 5{,}9$$

Scanné avec CamScanner

ex:5 تصحيح

$$C_A = \frac{n}{V_A} = \frac{\frac{m}{M}}{V_A} = \frac{m}{M V_A}$$: نعلم ① ≡≡≡

$$\Rightarrow \boxed{m = C_A \cdot M \cdot V_A}$$

$$m = 10^{-2} \times 60 \times 0{,}15 = 0{,}3\,g = 300\,mg$$

② لدينا،

$$\sigma = \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+] + \lambda_{CH_3COO^-} [CH_3COO^-]$$

$$\sigma = \lambda_1 [H_3O^+] + \lambda_2 [CH_3COO^-]$$

$[H_3O^+] = [CH_3COO^-]$ حسب الجدول لدينا

$$\Rightarrow \sigma = (\lambda_1 + \lambda_2)[H_3O^+]$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = \frac{\sigma}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

$$\Rightarrow \frac{x_f}{V_A} = \frac{\sigma}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

$$\Rightarrow \boxed{x_f = \frac{\sigma \cdot V_A}{\lambda_1 + \lambda_2}}$$

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{x_f}{C_A V_A} = \frac{\frac{\sigma V_A}{\lambda_1 + \lambda_2}}{C_A V_A}$$ ③

$$\Rightarrow \tau = \frac{\sigma V_A}{C_A V_A (\lambda_1 + \lambda_2)} \Rightarrow \boxed{\tau = \frac{\sigma}{C_A (\lambda_1 + \lambda_2)}}$$

$$\tau = \frac{15{,}56\,10^{-3}\,S \cdot m^{-1}}{10^{-2} \times 10^3\,mol \cdot m^{-3} (35 + 4{,}1)\,10^{-3}\,S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}}$$

لكي mol/l : حولت إلى mol/m³

$$\Rightarrow \tau \simeq 0{,}04 = 4\,\%$$

④ - نعلم أن نبين أن :

$$\boxed{K = \frac{C\tau^2}{1-\tau} \Rightarrow K = 1{,}66\,10^{-5}}$$

Scanné avec CamScanner