

تمرين 1 : 2BACSVT_N2020

دراسة محلول مائي لحمض الأسكوربيك.

نعتبر حمض الأسكوربيك $C_6H_8O_6(aq)$ ، تركيزه المولي $C = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ وحجمه $V = 100 \text{ mL}$ وله $pH = 3,25$ عند $25^\circ C$.

يتفاعل حمض الأسكوربيك مع الماء حسب المعادلة الكيميائية : $C_6H_8O_6(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons C_6H_7O_6^-(aq) + H_3O^+(aq)$

1 تعرف على المزدوجتين حمض - قاعدة المتدخلتين.

2 أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل باستعمال المقادير C و V والتقدم x والتقدم $x_{\text{éq}}$ عند حالة التوازن المجموعة الكيميائية.

3 أنقل على ورقة تحريك رقم السؤال، واكتب الحرف الموافق للاقتراح الصحيح. قيمة نسبة التقدم النهائي هي :

A	$\tau \approx 0,34$	B	$\tau \approx 0,47$	C	$\tau \approx 0,55$	D	$\tau \approx 0,14$
---	---------------------	---	---------------------	---	---------------------	---	---------------------

4 أنقل على ورقة تحريك رقم السؤال، واكتب الحرف الموافق للاقتراح الصحيح. نسبة التقدم النهائي تتعلق :

A	بتابنة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل وبالتركيب البدئي للمجموعة الكيميائية.
B	بالتركيب البدئي للمجموعة الكيميائية فقط.
C	بتابنة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل فقط.
D	تتعلق فقط بدرجة حرارة المجموعة الكيميائية.

تمرين 2 : 2BACSVT_R2020

دراسة محلول مائي لحمض البوتانويك.

نحضر عند $25^\circ C$ ، محلولاً مائياً (S_A) لحمض البوتانويك $C_3H_7CO_2H(aq)$ تركيزه المولي $C_A = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ وحجمه $V_A = 1,0 \text{ L}$ أعطى قياس pH المحلول (S_A) القيمة $pH = 3,76$.

1 أكتب المعادلة الكيميائية الممنذجة لتفاعل حمض البوتانويك الماء.

2 أنشئ الجدول الوصفي لهذا التفاعل باستعمال المقادير C_A و V_A والتقدم x والتقدم $x_{\text{éq}}$ عند حالة التوازن المجموعة الكيميائية.

3 حدد قيمة التقدم الأقصى x_{max} .

4 تحقق أن التقدم عند حالة التوازن هي $x_{\text{éq}} = 1,74 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

5 احسب قيمة نسبة التقدم النهائي τ . ماذا تستنتج؟

6 احسب قيمة ثابتة التوازن K الموافقة لمعادلة التفاعل.

7 أنقل على ورقة تحريك رقم السؤال ثم أكتب الحرف الموافق للاقتراح الصحيح.

في الشروط التجريبية، ثابتة التوازن K الموافقة لمعادلة هذا التفاعل :

A	تتعلق بالتركيب البدئي للمجموعة الكيميائية ودرجة الحرارة.
B	تتعلق فقط بالتركيب البدئي للمجموعة الكيميائية.
C	تتعلق فقط بـ pH المحلول.
D	تتعلق فقط بدرجة حرارة المجموعة الكيميائية.

تمرين 3 : 2BACPC_R2008

دراسة ذوبان حمض الإيثانويك $CH_3COOH(aq)$ في الماء :

المعطيات :

- الكتلة الحجمية لحمض الإيثانويك : $\rho = 1\text{g/mL}$
- الكتلة المولية لحمض الإيثانويك : $M(\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}) = 60\text{ g.mol}^{-1}$
- الموصلية المولية الأيونية : $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 3,49.10^{-2}\text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ و $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 4,09.10^{-3}\text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$
- تتوفر على محلولين مائين (S_1) و (S_2) لحمض الإيثانويك :
- المحلول (S_1) تركيزه المولي $C_1 = 5,0.10^{-2}\text{ mol.L}^{-1}$ وموصلية $\sigma_1 = 3,5.10^{-2}\text{ S.m}^{-1}$
- المحلول (S_2) تركيزه المولي $C_2 = 5,0.10^{-3}\text{ mol.L}^{-1}$ وموصلية $\sigma_2 = 1,1.10^{-2}\text{ S.m}^{-1}$
- نعتبر ذوبان حمض الإيثانويك في الماء تفاعلا محدودا.
- ① اكتب معادلة التفاعل المنمذج لذوبان حمض الإيثانويك في الماء.
- ② أوجد تعبير التركيز المولي الفعلي $[H_3O^+]_{\text{éq}}$ لأيونات الأوكسونيوم عند التوازن بدلالة σ و $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$ و $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-}$.
- ③ احسب $[H_3O^+]_{\text{éq}}$ في كل من (S_1) و (S_2).
- ④ حدد نسبي التقدم النهائي τ_1 و τ_2 لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء في كل محلول واستنتج تأثير التركيز البدئي للمحلول على نسبة التقدم النهائي.
- ⑤ حدد ثابتة التوازن لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء بالنسبة لكل من (S_1) و (S_2). ماذا تستنتج؟

تمرين ④ : 2BACSVT_N2008

- ⊖ تحديد خارج تفاعل حمض الأسكوربيك مع الماء بقياس pH .
- نعتبر محلولاً مائياً لحمض الأسكوربيك $C_6H_8O_6_{(aq)}$ حجمه V وتركيزه المولي $C = 10^{-2}\text{ mol.L}^{-1}$
- ♦ معطيات :
- الكتلة المولية لحمض الأسكوربيك : $M(C_6H_8O_6) = 176\text{ g.mol}^{-1}$
- أعطى قياس pH هذا المحلول عند 25°C القيمة $pH = 3,01$.
- ① اكتب معادلة تفاعل الأسكوربيك مع الماء.
- ② أنشئ الجدول الوصفي لهذا التفاعل.
- ③ احسب نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل. هل التحول كلي؟
- ④ المجموعة الكيميائية في حالة توازن، أوجد قيمة خارج التفاعل $Q_{r,\text{éq}}$.
- استنتج قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بهذا التفاعل.

تمرين ⑤ : 2BACPC_N2008

- ⊖ تحديد ثابتة التوازن لتفاعل حمض الإيبوبروفين مع الماء :
- نذيب محتوى كيس من الإيبوبروفين $C_{13}H_{18}O_2$ والذي يحتوي على 200mg من الحمض في الكأس من الماء الخالص، فنحصل على محلول مائي (S_0) تركيزه C_0 وحجمه $V_0 = 100\text{mL}$.
- نعطي : الكتلة المولية لحمض الإيبوبروفين هي : $M = 206\text{ g.mol}^{-1}$
- ① احسب C_0 .
- ② أعطى قياس pH المحلول (S_0) القيمة $pH = 3,17$.
- تحقق باستعانتك بالجدول الوصفي، أن تفاعل الإيبوبروفين مع الماء تفاعل محدود.
- ③ اكتب تعبير Q_r خارج التفاعل لهذا التحول.
- ④ بين أن تعبير Q_r عند التوازن يكتب على الشكل التالي : $Q_{r,\text{éq}} = \frac{x_{\text{max}} \cdot \tau^2}{V_0(1-\tau)}$
- حيث τ : نسبة التقدم النهائي للتفاعل و x_{max} : التقدم الأقصى ويعبر عنه بالمول.
- ⑤ استنتج قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل المدروس.

تمرين 6 :

نذيب كتلة $m = 1,48g$ من حمض البروبانويك الخالص C_2H_5COOH في الماء المقطر لحمض البوبانويك تركيزه المولي C وحجمه $V = 400mL$.

أعطي قياس pH هذا المحلول عند $25^\circ C$ القيمة $pH = 3,09$.

- نعطي : الكتلة المولية لحمض البروبانويك هي : $M = 74 g \cdot mol^{-1}$.

1 احسب كمية مادة الحمض البدئية واستنتج تركيزه C .

2 اكتب المعادلة الحصيلة للتفاعل.

3 أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل مبرزا فيه الحالة عند التوازن.

4 بين أن تعبير نسبة التقدم النهائي τ هو : $\tau = \frac{10^{-pH}}{C}$

5 احسب قيمة τ ، هل التحول المدروس كلي أم محدود؟

تمرين 7 :

حمض الفورميك (*acide formique*) أو حمض الميثانويك $HCOOH$ سائل عديم اللون ذو رائحة مميزة تفرزه النملة (*fourmi*) لتتبع أثرها في جحرها أو عند إحساسها بالخطر. كما يوجد في سم النحل.

نذيب كتلة m من هذا الحمض في حجم $V = 100mL$ من الماء المقطر. فنحصل على محلول مائي (S) لحمض الميثانويك تركيزه المولي $C = 1,0 \cdot 10^{-2} mol \cdot L^{-1}$. أعطى قياس pH هذا المحلول القيمة $pH = 2,9$.

◆ نعطي :

- الكتلة المولية لحمض الفورميك هي : $M = 46g \cdot mol^{-1}$.

- الموصليات المولية الأيونية عند $25^\circ C$: $\lambda_{H_3O^+} = 35mS \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$ و $\lambda_{HCOO^-} = 5,46mS \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$.

1 احسب الكتلة m .

2 اكتب المعادلة الحصيلة للتفاعل

3 أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل مستعملا المقادير التالية : تقدم التفاعل x والتقدم عند حالة التوازن $x_{\text{éq}}$ و C و V .

4 حدد قيمة التقدم النهائي τ لهذا التفاعل. لهذا التفاعل. ماذا تستنتج؟

5 بين أن تعبير خارج التفاعل $Q_{r,\text{éq}}$ عند حالة توازن المجموعة الكيميائية يكتب على الشكل التالي : $Q_{r,\text{éq}} = \frac{C \cdot \tau^2}{1 - \tau}$

6 استنتج ثابتة التوازن K لهذا التفاعل.

7 أوجد قيمة $Q_{\text{éq}}$ موصلية المحلول عند التوازن.

8 نخفف المحلول (S)، فنحصل على محلول (S') تركيزه $C' = 1,0 \cdot 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$.

a. أحسب ثابتة التوازن K' للمحلول (S').

b. أحسب نسبة التقدم النهائي τ' للمحلول (S').

تحويل

$$1mol \cdot m^{-3} = 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$$

$$\times 10^{-3}$$

$$mol \cdot m^{-3}$$

$$mol \cdot L^{-1}$$

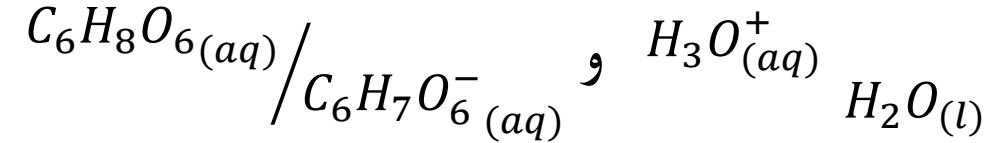
$$\times 10^3$$



6 تصحيح سلسلة رقم

☒ تمرين 1 :

1 المزدوجتين حمض - قاعدة المتدخلتين :



2 الجدول الوصفي :

$C_6H_8O_6(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons C_6H_7O_6^-(aq) + H_3O^+(aq)$		معادلة التفاعل		
كميات المادة بالمول (mol)		تقدم التفاعل	حالة المجموعة	
CV	واقفة	0	0	الحالة البدئية
$CV - x$		x	x	الحالة الوسطية
$CV - x_{\acute{e}q}$		$x_{\acute{e}q}$	$x_{\acute{e}q}$	عند التوازن

3 نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{x_{\acute{e}q}}{x_{max}} \text{ لدينا}$$

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = \frac{x_{\acute{e}q}}{V} \Rightarrow x_{\acute{e}q} = [H_3O^+]_{\acute{e}q} \cdot V$$

حمض الأسكوربيك هو المتفاعل المحد

$$أي \quad CV - x_{max} = 0$$

$$\text{وبالتالي} \quad x_{max} = CV$$

$$\tau = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q} \cdot V}{C \cdot V} = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}}{C}$$

$$\text{لدينا} \quad [H_3O^+]_{\acute{e}q} = 10^{-pH}$$

$$\text{وبالتالي} \quad \tau = \frac{10^{-pH}}{C}$$

$$\text{تطبيق عددي} \quad \tau = \frac{10^{-3,25}}{4,0 \cdot 10^{-3}}$$

$$\tau = 0,14$$

4 نسبة التقدم النهائي تتعلق :

بثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل وبالتركيب البدئي للمجموعة الكيميائية.

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = 10^{-pH} \text{ لدينا}$$

$$x_{\acute{e}q} = 10^{-pH} \cdot V_A = 10^{-3,76} \times 1$$

$$x_{\acute{e}q} = 1,74 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

5 نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{x_{\acute{e}q}}{x_{max}} \text{ لدينا}$$

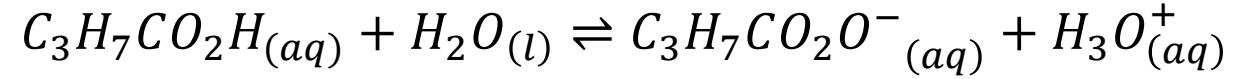
$$\tau = \frac{1,74 \cdot 10^{-4}}{2,0 \cdot 10^{-3}} \text{ تطبيق عددي}$$

$$\tau = 0,087 = 8,7\%$$

- $\tau < 1$ نستنتج أن التفاعل محدود.

☒ تمرين 2 :

1 المعادلة الكيميائية :



2 الجدول الوصفي :

كميات المادة بالمول (mol)		معادلة التفاعل			
		معادلة التفاعل		حالة المجموعة	
$C_3H_7CO_2H$	H_2O	$C_3H_7CO_2O^-$	H_3O^+	0	الحالة البدئية
$C_A V_A$	وإف	0	0	0	الحالة البدئية
$C_A V_A - x$		x	x	x	الحالة الوسطية
$C_A V_A - x_{\acute{e}q}$		$x_{\acute{e}q}$	$x_{\acute{e}q}$	$x_{\acute{e}q}$	عند التوازن

3 قيمة التقدم الأقصى x_{max} :

حمض البوتانويك هو المتفاعل المحد أي $C_A V_A - x_{max} = 0$ وبالتالي $x_{max} = C_A V_A$

$$x_{max} = 2,0 \cdot 10^{-3} \times 1 \Rightarrow x_{max} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

4 التحقق من التقدم النهائي :

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = \frac{x_{\acute{e}q}}{V_A} \Rightarrow x_{\acute{e}q} = [H_3O^+]_{\acute{e}q} \cdot V_A$$

⑥ قيمة ثابتة التوازن K :

$$K = \frac{[C_3H_7CO_2O^-]_{\acute{e}q}, [H_3O^+]_{\acute{e}q}}{[C_3H_7CO_2H]_{\acute{e}q}} \quad \text{لدينا}$$

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

$$\begin{cases} [H_3O^+]_{\acute{e}q} = [C_3H_7CO_2O^-]_{\acute{e}q} = \frac{x_{\acute{e}q}}{V_A} \\ [C_3H_7CO_2H]_{\acute{e}q} = \frac{C_A V_A - x_{\acute{e}q}}{V_A} = C_A - \frac{x_{\acute{e}q}}{V_A} = C_A - [H_3O^+]_{\acute{e}q} \end{cases} \Rightarrow K = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}^2}{C_A - [H_3O^+]_{\acute{e}q}}$$

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = 10^{-pH} \quad \text{لدينا}$$

$$K = \frac{10^{-2pH}}{C_A - 10^{-pH}} \quad \text{إذن}$$

$$K = \frac{10^{-2 \times 3,76}}{2,0 \cdot 10^{-3} - 10^{-3,76}} \quad \text{تطبيق عددي}$$

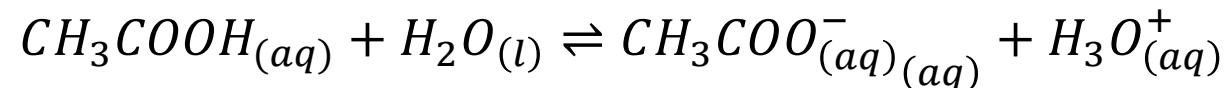
$$K = 1,65 \cdot 10^{-5}$$

⑦ ثابتة التوازن K الموافقة لمعادلة هذا التفاعل :

→ تتعلق فقط بدرجة حرارة المجموعة الكيميائية.

☒ تمرين 3 :

1 المعادلة الكيميائية :



2 تعبير التركيز المولي الفعلي $[H_3O^+]_{\acute{e}q}$:

الجدول الوصفي :

$$\sigma = \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+]_{\acute{e}q} + \lambda_{CH_3COO^-} \cdot [CH_3COO^-]_{\acute{e}q} \quad \text{لدينا}$$

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = [CH_3COO^-]_{\acute{e}q} \quad \text{نعلم أن}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+]_{\acute{e}q} + \lambda_{CH_3COO^-} \cdot [H_3O^+]_{\acute{e}q} \\ &= [H_3O^+]_{\acute{e}q} (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-}) \end{aligned}$$

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = \frac{\sigma}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-}} \quad \text{إذن}$$

3 تطبيق عددي :

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = \frac{\sigma}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-}}$$

← في المحلول (S₁)

$$\begin{aligned} [H_3O^+]_{\acute{e}q1} &= \frac{\sigma_1}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-}} \\ &= \frac{3,5 \cdot 10^{-2}}{3,49 \cdot 10^{-2} + 4,09 \cdot 10^{-3}} \\ &= 0,89 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \end{aligned}$$

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q1} = 0,88 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

← في المحلول (S₂)

$$\begin{aligned} [H_3O^+]_{\acute{e}q2} &= \frac{\sigma_2}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-}} \\ &= \frac{1,1 \cdot 10^{-2}}{3,49 \cdot 10^{-2} + 4,09 \cdot 10^{-3}} \\ &= 0,28 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \end{aligned}$$

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q2} = 0,28 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

* استنتاج :

تتعلق قيمة نسبة التقدم النهائي τ بالحالة البدئية للمجموعة، فكلما كانت التراكيز البدئية صغيرة، كانت نسبة التقدم النهائي كبيرة.

5 ثابتة التوازن لتفاعل :

$$K = \frac{[C_6H_7O_6^-]_{\acute{e}q}, [H_3O^+]_{\acute{e}q}}{[C_3H_7CO_2H]_{\acute{e}q}} \quad \text{لدينا}$$

$$\begin{aligned} [H_3O^+]_{\acute{e}q} &= [CH_3COO^-]_{\acute{e}q} \\ [CH_3COOH]_{\acute{e}q} &= C - [H_3O^+]_{\acute{e}q} \end{aligned} \Rightarrow K = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}^2}{C - [H_3O^+]_{\acute{e}q}}$$

← في المحلول (S₁)

$$K_1 = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q1}^2}{C_1 - [H_3O^+]_{\acute{e}q1}} = \frac{(0,89 \cdot 10^{-3})^2}{5,0 \cdot 10^{-2} - 0,89 \cdot 10^{-3}}$$

$$K_1 = 1,61 \cdot 10^{-5}$$

← في المحلول (S₂)

$$K_2 = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q2}^2}{C_2 - [H_3O^+]_{\acute{e}q2}} = \frac{(0,28 \cdot 10^{-3})^2}{5,0 \cdot 10^{-3} - 0,28 \cdot 10^{-3}}$$

$$K_2 = 1,66 \cdot 10^{-5}$$

4 نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{x_{\acute{e}q}}{x_{max}} \quad \text{لدينا}$$

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = \frac{x_{\acute{e}q}}{V} \Rightarrow x_{\acute{e}q} = [H_3O^+]_{\acute{e}q} \cdot V$$

حمض الإيثانويك هو المتفاعل المحد أي $CV - x_{max} = 0$

وبالتالي $x_{max} = CV$

$$\tau = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q} \cdot V}{C \cdot V} = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}}{C}$$

* تطبيق عددي

← في المحلول (S₁)

$$\tau_1 = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q1}}{C_1} = \frac{0,89 \cdot 10^{-3}}{5,0 \cdot 10^{-2}}$$

$$\tau_1 = 0,0178 = 1,78\%$$

← في المحلول (S₂)

$$\tau_2 = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q2}}{C_2} = \frac{0,28 \cdot 10^{-3}}{5,0 \cdot 10^{-3}}$$

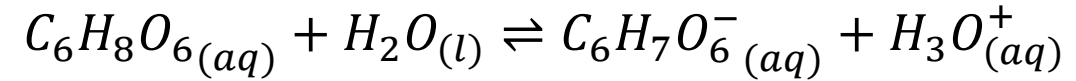
$$\tau_2 = 0,056 = 5,6\%$$

⦿ نلاحظ أن $K_1 = K_2$

نستنج أن ثابتة التوازن لا تتعلق بالحالة البدئية للمجموعة.

تمرين 4 :

1 المعادلة الكيميائية :



2 الجدول الوصفي :

		معادلة التفاعل			
		كميات المادة بالمول (mol)		تقدم التفاعل	حالة المجموعة
$C_6H_8O_6(aq)$	$H_2O(l)$	$C_6H_7O_6^-(aq)$	$H_3O^+(aq)$	0	الحالة البدئية
CV	وإف	0	0	0	الحالة البدئية
$CV - x$		x	x	x	الحالة الوسطية
$CV - x_{\acute{e}q}$		$x_{\acute{e}q}$	$x_{\acute{e}q}$	$x_{\acute{e}q}$	عند التوازن

3 نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{x_{\acute{e}q}}{x_{max}} \text{ لدينا}$$

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = \frac{x_{\acute{e}q}}{V} \Rightarrow x_{\acute{e}q} = [H_3O^+]_{\acute{e}q} \cdot V$$

حمض الأسكوربيك هو المتفاعل المحد أي $CV - x_{max} = 0$ وبالتالي $x_{max} = CV$

$$\tau = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q} \cdot V}{C \cdot V} = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}}{C}$$

لدينا $[H_3O^+]_{\acute{e}q} = 10^{-pH}$

$$\tau = \frac{10^{-pH}}{C} \text{ وبالتالي}$$

$$\tau = \frac{10^{-3,01}}{10^{-2}} \text{ تطبيق عددي}$$

$$\tau = 0,0977 = 9,77\%$$

— $\tau < 1$ نستنتج أن التفاعل محدود.

④ قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بهذا التفاعل:

$$Q_{\acute{e}q} = \frac{[C_6H_7O_6^-]_{\acute{e}q} [H_3O^+]_{\acute{e}q}}{[C_6H_8O_6]_{\acute{e}q}} \quad \text{لدينا}$$

$$\begin{cases} [H_3O^+]_{\acute{e}q} = [C_6H_7O_6^-]_{\acute{e}q} \\ [C_6H_8O_6]_{\acute{e}q} = C - [H_3O^+]_{\acute{e}q} \end{cases} \Rightarrow Q_{\acute{e}q} = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}^2}{C - [H_3O^+]_{\acute{e}q}}$$

$$Q_{\acute{e}q} = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}^2}{C - [H_3O^+]_{\acute{e}q}}$$

$$Q_{\acute{e}q} = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}} \quad \text{لدينا } [H_3O^+]_{\acute{e}q} = 10^{-pH} \quad \text{إذن}$$

* تطبيق عددي

$$Q_{\acute{e}q} = \frac{10^{-2 \times 3,01}}{10^{-2} - 10^{-3,01}}$$

$$Q_{\acute{e}q} = 1,06 \cdot 10^{-4}$$

$$K = Q_{\acute{e}q} = 1,06 \cdot 10^{-4} \quad \text{وبالتالي}$$

تمرين 5 :

1 التركيز C_0 :

$$C_0 = \frac{n}{V_0} \text{ لدينا}$$

$$C_0 = \frac{m}{V_0 \cdot M} \text{ بالتالي} \quad n = \frac{m}{M} \text{ نعلم أن}$$

$$C_0 = \frac{200 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-3} \times 206} \Rightarrow C_0 = 9,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ تطبيق عددي}$$

2 التحقق من أن تفاعل الإيبوبروفين مع الماء تفاعل محدود :

← الجدول الوصفي :

$C_{13}H_{18}O_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_{13}H_{17}O_2^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$				معادلة التفاعل	
كميات المادة بالمول (mol)				تقدم التفاعل	حالة المجموعة
C_0V_0	وايفر	0	0	0	الحالة البدئية
$C_0V_0 - x$		x	x	x	الحالة الوسطية
$C_0V_0 - x_{\acute{e}q}$		$x_{\acute{e}q}$	$x_{\acute{e}q}$	$x_{\acute{e}q}$	عند التوازن

$$\tau = \frac{x_{\acute{e}q}}{x_{max}} \text{ لدينا}$$

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = \frac{x_{\acute{e}q}}{V_0} \Rightarrow x_{\acute{e}q} = [H_3O^+]_{\acute{e}q} \cdot V_0$$

حمض الإيبوبروفين هو المتفاعل المحد أي $C_0V_0 - x_{max} = 0$

$$x_{max} = C_0V_0 \text{ وبالتالي}$$

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = 10^{-pH} \text{ لدينا}$$

$$\tau = \frac{10^{-pH}}{C_0} \text{ وبالتالي}$$

$$\tau = \frac{10^{-3,17}}{9,7 \cdot 10^{-3}} \text{ تطبيق عددي}$$

$$\tau = 0,0696 = 6,96\%$$

— $\tau < 1$ نستنتج أن التفاعل محدود.

$$Q_{\acute{e}q} = \frac{(\tau \cdot C_0)^2}{C_0 - \tau \cdot C_0}$$

$$Q_{\acute{e}q} = \frac{\tau^2 C_0^2}{C_0(1 - \tau)}$$

$$Q_{\acute{e}q} = \frac{\tau^2 C_0}{(1 - \tau)}$$

لدينا $x_{max} = C_0 V_0$ أي $C_0 = \frac{x_{max}}{V_0}$

$$Q_{\acute{e}q} = \frac{x_{max} \tau^2}{C_0(1 - \tau)}$$

④ قيمة ثابتة التوازن K :

لدينا $K = Q_{\acute{e}q} = \frac{\tau^2 C_0}{(1 - \tau)}$

أي $K = \frac{0,0696^2 \times 9,7 \cdot 10^{-3}}{(1 - 0,0696)}$ تطبيق عددي

$K = 5 \cdot 10^{-5}$

② تعبير Q_r خارج التفاعل :

لدينا $Q_r = \frac{[C_{13}H_{17}O_2^-] \cdot [H_3O^+]}{[C_{13}H_{18}O_2]}$

③ تعبير Q_r خارج التفاعل بدلالة τ :

لدينا $Q_{r,\acute{e}q} = \frac{[C_{13}H_{17}O_2^-]_{\acute{e}q} \cdot [H_3O^+]_{\acute{e}q}}{[C_{13}H_{18}O_2]_{\acute{e}q}}$

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

$$\begin{cases} [H_3O^+]_{\acute{e}q} = [C_{13}H_{17}O_2^-]_{\acute{e}q} \\ [C_{13}H_{18}O_2]_{\acute{e}q} = C_0 - [H_3O^+]_{\acute{e}q} \end{cases}$$

$$Q_{\acute{e}q} = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}^2}{C_0 - [H_3O^+]_{\acute{e}q}}$$

لدينا $\tau = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}}{C_0}$

أي $[H_3O^+]_{\acute{e}q} = \tau \cdot C_0$

تمرين 6 :

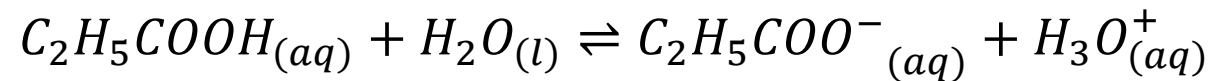
1 كمية مادة الحمض البدئية :

لدينا $n = \frac{m}{M}$ تطبيق عددي $n = \frac{1,48}{74}$ أي $n = 0,2 \text{ mol}$

تركيز C .

لدينا $C = \frac{n}{V}$ تطبيق عددي $C_0 = \frac{0,2}{400 \cdot 10^{-3}}$ أي $C = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

2 المعادلة الكيميائية :



3 الجدول الوصفي :

4 تعبير نسبة التقدم النهائي τ :

$$\tau = \frac{x_{\text{éq}}}{x_{\text{max}}}$$

لدينا

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = \frac{x_{\text{éq}}}{V} \Rightarrow x_{\text{éq}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \cdot V$$

حمض البوبانويك هو المتفاعل المحد أي $CV - x_{\text{max}} = 0$

وبالتالي $x_{\text{max}} = CV$

لدينا $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = 10^{-\text{pH}}$

وبالتالي $\tau = \frac{10^{-\text{pH}}}{C}$

5 تطبيق عددي $\tau = \frac{10^{-3,09}}{0,2}$

$\tau = 4.06 \cdot 10^{-4}$

$\tau < 1$ نستنتج أن التفاعل محدود.

معادلة التفاعل		كميات المادة بالمول (mol)		تقدم التفاعل	حالة المجموعة			
$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}_{(aq)}$	$+$	$\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	\rightleftharpoons	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-_{(aq)}$	$+$	$\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$	0	الحالة البدئية
CV		وافير		0		0	0	الحالة البدئية
$CV - x$		وافير		x		x	x	الحالة الوسطية
$CV - x_{\text{éq}}$		وافير		$x_{\text{éq}}$		$x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$	عند التوازن

تمرين 7 : ☒

1 الكتلة m :

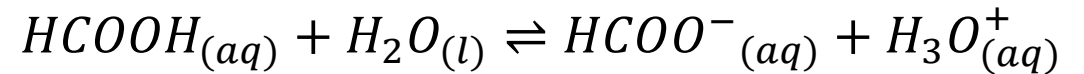
$$C = \frac{n}{V} \text{ لدينا}$$

$$n = \frac{m}{M} \text{ نعلم أن } C = \frac{m}{V.M} \text{ بالتالي أي } m = C.V.M$$

$$m = 1,0.10^{-2} \times 100.10^{-3} \times 46 \text{ تطبيق عددي}$$

$$\text{أي } m = 0,045g$$

2 المعادلة الكيميائية :



3 الجدول الوصفي :

4 نسبة التقدم النهائي τ :

$$\tau = \frac{x_{\acute{e}q}}{x_{max}} \text{ لدينا}$$

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

$$[H_3O^{+}]_{\acute{e}q} = \frac{x_{\acute{e}q}}{V} \Rightarrow x_{\acute{e}q} = [H_3O^{+}]_{\acute{e}q} \cdot V$$

حمض الفورميك هو المتفاعل المحد أي $CV - x_{max} = 0$

$$x_{max} = CV \text{ وبالتالي}$$

$$[H_3O^{+}]_{\acute{e}q} = 10^{-pH} \text{ لدينا}$$

$$\tau = \frac{10^{-pH}}{C} \text{ وبالتالي}$$

$$\tau = \frac{10^{-2,9}}{1,0.10^{-2}} \text{ تطبيق عددي}$$

$$\tau = 0,1258 = 12,58\%$$

— $\tau < 1$ نستنتج أن المتفاعل محدود.

$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCOO^{-}_{(aq)} + H_3O^{+}_{(aq)}$		معادلة التفاعل	
كميات المادة بالمول (mol)		تقدم التفاعل	حالة المجموعة
CV	وافير	0	الحالة البدئية
$CV - x$		x	الحالة الوسطية
$CV - x_{\acute{e}q}$		$x_{\acute{e}q}$	عند التوازن

$$Q_{\acute{e}q} = \frac{C\tau^2}{1-\tau}$$

⑥ قيمة ثابتة التوازن K :

$$K = Q_{\acute{e}q} = \frac{C\tau^2}{1-\tau} \quad \text{لدينا}$$

$$K = \frac{1,0 \cdot 10^{-2} \times 0,1258^2}{(1 - 0,1258)} \quad \text{تطبيق عددي}$$

$$K = 1,81 \cdot 10^{-4} \quad \text{أي}$$

⑦ قيمة $\sigma_{\acute{e}q}$ موصلية المحلول عند التوازن :

$$\sigma_{\acute{e}q} = \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+]_{\acute{e}q} + \lambda_{HCOO^-} \cdot [CH_3COO^-]_{\acute{e}q} \quad \text{لدينا}$$

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = [HCOO^-]_{\acute{e}q} \quad \text{من خلال الجدول الوصفي لدينا :}$$

$$\sigma_{\acute{e}q} = \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+]_{\acute{e}q} + \lambda_{HCOO^-} \cdot [H_3O^+]_{\acute{e}q}$$

$$\sigma_{\acute{e}q} = [H_3O^+]_{\acute{e}q} (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{HCOO^-}) \quad \text{وبالتالي}$$

⑤ تعبير $Q_{r,\acute{e}q}$ خارج التفاعل عند التوازن :

$$Q_{r,\acute{e}q} = \frac{[HCOO^-]_{\acute{e}q} \cdot [H_3O^+]_{\acute{e}q}}{[HCOOH]_{\acute{e}q}} \quad \text{لدينا}$$

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = [HCOO^-]_{\acute{e}q}$$

$$[HCOOH]_{\acute{e}q} = C - [H_3O^+]_{\acute{e}q}$$

$$Q_{\acute{e}q} = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}^2}{C - [H_3O^+]_{\acute{e}q}}$$

$$\tau = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}}{C} \quad \text{لدينا}$$

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = \tau \cdot C \quad \text{أي}$$

$$Q_{\acute{e}q} = \frac{(\tau \cdot C)^2}{C - \tau \cdot C}$$

$$Q_{\acute{e}q} = \frac{\tau^2 C^2}{C(1 - \tau)}$$

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

$$C'\tau'^2 = K' - K'\tau'$$

$$C'\tau'^2 + K'\tau - K' = 0$$

$$1,0 \cdot 10^{-3} \tau'^2 + 1,81 \cdot 10^{-4} \tau - 1,81 \cdot 10^{-4} = 0$$

$$\boxed{1,0 \cdot 10^{-3}} \tau'^2 + \boxed{1,81 \cdot 10^{-4}} \tau' + \boxed{-1,81 \cdot 10^{-4}} = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac$$

$$= (1,81 \cdot 10^{-4})^2 - 4 \times 1,0 \cdot 10^{-3} \times (-1,81 \cdot 10^{-4})$$

$$\Delta = 7,57 \cdot 10^{-7}$$

$$\tau'_1 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$$

$$\tau'_1 = \frac{-(1,81 \cdot 10^{-4}) + \sqrt{7,57 \cdot 10^{-7}}}{2 \times 1,0 \cdot 10^{-3}}$$

$$\tau'_1 = 0,34$$

$$\tau'_2 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}$$

$$\tau'_2 = \frac{-(1,81 \cdot 10^{-4}) - \sqrt{7,57 \cdot 10^{-7}}}{2 \times 1,0 \cdot 10^{-3}}$$

$$\tau'_2 = -0,53$$

نعلم أن $\tau > 0$ أي $\tau' = 0,34$

$$[H_3O^+]_{\text{eq}} = 10^{-pH} \text{ لدينا}$$

$$[H_3O^+]_{\text{eq}} = 10^{-pH} = 10^{-2,9} = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$= 1,26 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3$$

$$= 1,26 \text{ mol.m}^{-3}$$

$$\sigma_{\text{eq}} = 1,26 \cdot (35 + 5,46) \cdot 10^{-3} \text{ تطبيق عددي}$$

$$\sigma_{\text{eq}} = 5,1 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^{-1} \text{ أي}$$

: 8

a. قيمة ثابتة التوازن K' :

ثابتة التوازن لا تتعلق بالحالة البدئية

$$K' = K = 1,81 \cdot 10^{-4} \text{ إذن}$$

b. نسبة التقدّم النهائي τ' :

$$K' = \frac{C'\tau'^2}{1 - \tau'} \text{ أي } K = \frac{C\tau^2}{1 - \tau} \text{ نعلم أن}$$