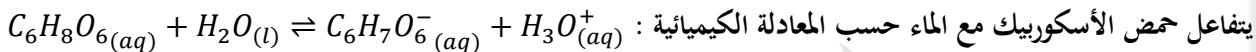


## تمرين ① : 2BACSVT\_N2020

C دراسة محلول مائي لحمض الأسكوربيك.

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



تفاعل حمض الأسكوربيك مع الماء حسب المعادلة الكيميائية :

① تعرف على المزدوجتين حمض - قاعدة المتخلتين.

② أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل باستعمال المقادير  $C$  و  $V$  والتقدم  $x_{eq}$  عند حالة التوازن لمجموعة الكيميائية.

③ أنقل على ورقة تحريك رقم السؤال، واتكتب 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، واتكتب الحرف الموافق للاقتراح الصحيح. نسبة التقدم النهائي تتعلق :

A	ثابتة التوازن $K$ المقرونة بمعادلة التفاعل وبالتركيب البدئي لمجموعة الكيميائية.
B	بالتراكيب البدئي لمجموعة الكيميائية فقط.
C	ثابتة التوازن $K$ المقرونة بمعادلة التفاعل فقط.
D	تتعلق فقط بدرجة حرارة لمجموعة الكيميائية.

## تمرين ② : 2BACSVT\_R2020

C دراسة محلول مائي لحمض البوتانويك.

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

① أكتب المعادلة الكيميائية المندجدة لتفاعل حمض البوتانويك الماء.

② أنشئ الجدول الوصفي لهذا التفاعل باستعمال المقادير  $C_A$  و  $V_A$  والتقدم  $x_{eq}$  والتقدم  $x$  عند حالة التوازن لمجموعة الكيميائية.

③ حدد قيمة التقدم الأقصى  $x_{max}$ .

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

⑤ احسب قيمة نسبة التقدم النهائي  $\tau$ . ماذا تستنتج؟

⑥ أحسب 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 لمجموعة الكيميائية ودرجة الحرارة.
B	تتعلق فقط بالتركيب البدئي لمجموعة الكيميائية.
C	تتعلق فقط بـ $pH$ للمحلول.
D	تتعلق فقط بدرجة حرارة لمجموعة الكيميائية.

## تمرين ③ : 2BACPC\_R2008

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

▪ المعطيات :

- الكتلة الحجمية لحمض الإيثانويك :  $\rho = 1\text{g}/mL$
- الكتلة المولية لحمض الإيثانويك :  $M(CH_3COOH_{(aq)}) = 60 \text{ g}.mol^{-1}$
- الموصليات المولية الأيونية :  $\lambda_{CH_3COO^-} = 4,09 \cdot 10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$  و  $\lambda_{H_3O^+} = 3,49 \cdot 10^{-2} S.m^2.mol^{-1}$
- نتوفر على محلولين مائيين  $(S_1)$  و  $(S_2)$  لحمض الإيثانويك :
- الخلول  $(S_1)$  تركيزه المولي  $\sigma_1 = 3,5 \cdot 10^{-2} mol.L^{-1}$  وموصليته  $C_1 = 5,0 \cdot 10^{-2} S.m^{-1}$
  - الخلول  $(S_2)$  تركيزه المولي  $\sigma_2 = 1,1 \cdot 10^{-2} mol.L^{-1}$  وموصليته  $C_2 = 5,0 \cdot 10^{-3} mol.L^{-1}$
- نعتبر ذوبان حمض الإيثانويك في الماء تفاعلاً محدوداً.
- ❶ أكتب معادلة التفاعل الممندج لذوبان حمض الإيثانويك في الماء.
  - ❷ أوجد تعبير التركيز المولي الفعلي  $[H_3O^+]_{\text{éq}}$  [أيونات الأوكسونيوم عند التوازن بدلالة  $\sigma$  و  $\lambda_{H_3O^+}$ ]
  - ❸ احسب  $[H_3O^+]_{\text{éq}}$  في كل من  $(S_1)$  و  $(S_2)$ .
  - ❹ حدد نسبتي التقدم النهائي  $\tau_1$  و  $\tau_2$  لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء في كل محلول واستنتج تأثير التركيز البدئي للمحلول على نسبة التقدم النهائي.
  - ❺ 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  $C = 10^{-2} mol.L^{-1}$

◆ معطيات :

- الكتلة المولية لحمض الأسكوربيك :  $M(C_6H_8O_6) = 176 \text{ g}.mol^{-1}$   
 أعطى قياس  $pH$  لهذا الخلول عند  $25^\circ\text{C}$  القيمة  $3,01$ .

- ❶ أكتب معادلة تفاعل الأسكوربيك مع الماء.
- ❷ أنشر الجدول الوصفي لهذا التفاعل.
- ❸ احسب نسبة التقدم النهائي  $\tau$  لتفاعل. هل التحول كلي؟
- ❹ الجموعة الكيميائية في حالة توازن، أوجد قيمة خارج التفاعل  $Q_{r,\text{éq}}$ .  
 استنتاج 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  $200\text{mg}$  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 :  $M = 206 \text{ g}.mol^{-1}$

❶ احسب  $C_0$ .

❷ أعطى قياس  $pH$  محلول  $(S_0)$  القيمة  $3,17$ .

تحقق باستعمالك بالجدول الوصفي، أن تفاعل الإيبوبروفين مع الماء تفاعل محدود.

❸ اكتب تعبير  $Q_r$  خارج التفاعل لهذا التحول.

❹ 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  $\tau$  : نسبة التقدم النهائي لتفاعل و  $x_{\text{max}}$  : التقدم الأقصى ويعبر عنه بالمول.

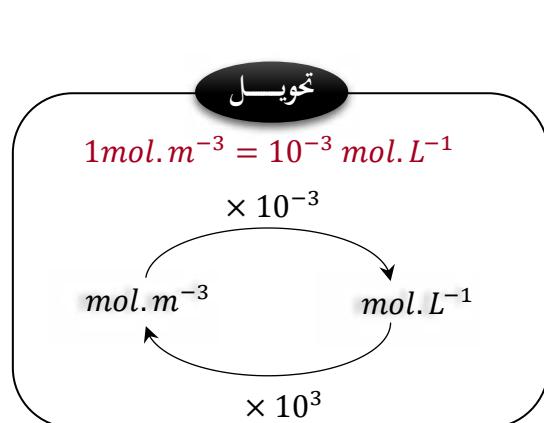
❺ استنتاج قيمة ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بمعادلة التفاعل المدروس.

## تمرين ⑥

- نذيب كتلة  $m = 1,48\text{g}$  من حمض البروبانويك الحالص  $C_2H_5COOH$  في الماء المقطر لحمض البروبانويك تركيزه المولي  $C$  وحجمه  $V = 400\text{mL}$ .  
 أعطى قياس  $pH$  هذا محلول عند  $25^\circ\text{C}$  القيمة 3,09  
 - نعطي : الكتلة المولية لحمض البروبانويك هي :  $M = 74 \text{ g.mol}^{-1}$
- ❶ احسب كمية مادة الحمض البدئية واستنتج تركيزه  $C$ .
  - ❷ أكتب المعادلة الحصيلة للتفاعل.
  - ❸ أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل مبرزا فيه الحالة عند التوازن.
  - ❹ بين أن تعبر نسبة التقدم النهائي  $\tau$  هو :
$$\tau = \frac{10^{-pH}}{C}$$
  - ❺ احسب قيمة  $\tau$ ، 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*) لتبعد أثراها في جحرها أو عند إحساسها بالخطر. كما يوجد كما يوجد في سم النحل.  
 نذيب كتلة  $m$  من هذا الحمض في حجم  $V = 100\text{mL}$  من الماء المقطر. فنحصل على محلول مائي (S) لحمض الميثانويك تركيزه المولي  $C = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . أعطى قياس  $pH$  هذا محلول القيمة 2,9  
 - نعطي :
- ❶ الكتلة المولية لحمض الفورميك هي :  $M = 46 \text{ g.mol}^{-1}$
  - ❷ الموصليات المولية الأيونية عند  $25^\circ\text{C}$  :  $\lambda_{H_3O^+} = 35 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$  و  $\lambda_{HCOO^-} = 5,46 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$
  - ❸ احسب الكتلة  $m$ .
  - ❹ أكتب المعادلة الحصيلة للتفاعل
  - ❺ أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل مستعملا المقادير التالية : تقدم التفاعل  $x$  والتقدم عند حالة التوازن  $x_{eq}$  و  $C$  و  $V$ .
  - ❻ حدد قيمة التقدم النهائي  $\tau$  لهذا التفاعل. لهذا التفاعل. ماذا تستنتج؟
  - ❼ بين أن تعبر خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  عند حالة توازن المجموعة الكيميائية يكتب على الشكل التالي :
$$Q_{r,eq} = \frac{C \cdot \tau^2}{1 - \tau}$$
  - ❽ استنتاج ثابتة التوازن  $K$  لهذا التفاعل.
  - ❾ أوجد قيمة  $Q_{eq}$  موصلية محلول عند التوازن.
  - ❿ خفف محلول (S)، فنحصل على محلول (S') تركيزه  $C' = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .  
 a. أحسب ثابتة التوازن  $K'$  للمحلول (S').  
 b. أحسب نسبة التقدم النهائي  $\tau'$  للمحلول (S').



## تصحيح سلسلة رقم ⑥

حمض الأسكوربيك هو المتفاعل المُحدَّد

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

$$x_{max} = CV$$

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

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

لدينا

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

وبالتالي

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

تطبيق عددي

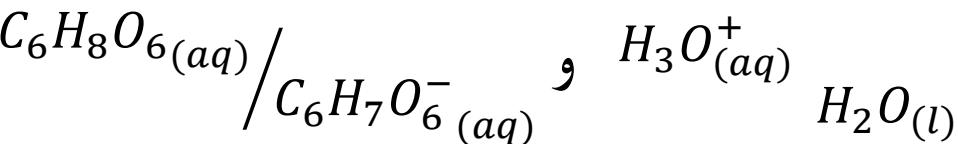
$$\tau = 0,14$$

٤ نسبة التقدم النهائي تتعلق :

بشبطة التوازن  $K$  المقرونة بمعادلة التفاعل  
وبالتراكيب البدئي للمجموعة الكيميائية.

☒ ترين ① :

١ المزدوجتين حمض – قاعدة المتداخلتين :



٢ الجدول الوصفي :

$C_6H_8O_6(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons C_6H_7O_6^-(aq) + H_3O_6^+(aq)$				معادلة التفاعل	حالة المجموعة
كميات المادة بالمول (mol)				تقدم التفاعل	الحالة البدئية
$CV$	أولاً	0	0	0	الحالة البدئية
$CV - x$		$x$	$x$	$x$	الحالة الوسطية
$CV - x_{eq}$		$x_{eq}$	$x_{eq}$	$x_{eq}$	عند التوازن

٣ نسبة التقدم النهائي :

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

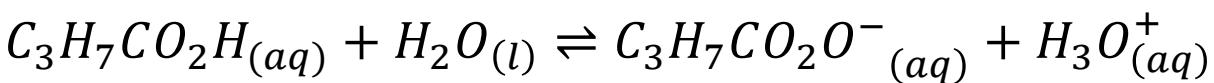
لدينا

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

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

تمرين ② :

المعادلة الكيميائية :



الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل				حالة المجموعة	الحالة البدئية
كميات المادة بالمول (mol)		التفاعل			
$C_A V_A$	0	0	0	0	الحالة البدئية
$C_A V_A - x$	$x$	$x$	$x$	$x$	الحالة الوسطية
$C_A V_A - x_{eq}$	$x_{eq}$	$x_{eq}$	$x_{eq}$	$x_{eq}$	عند التوازن

قيمة التقدم الأقصى :  $x_{max}$

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

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

التحقق من التقدم النهائي :

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

$$[H_3O^+]_{eq} = \frac{x_{eq}}{V_A} \quad \Rightarrow \quad x_{eq} = [H_3O^+]_{eq} \cdot V_A$$

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

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

$$x_{eq} = 1,74 \cdot 10^{-4} mol$$

نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{x_{eq}}{x_{max}} \quad \text{لدينا}$$

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

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

$\tau < 1$  نستنتج أن التفاعل محدود.

❶ قيمة ثابتة التوازن  $K$  :

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

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

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

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

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

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

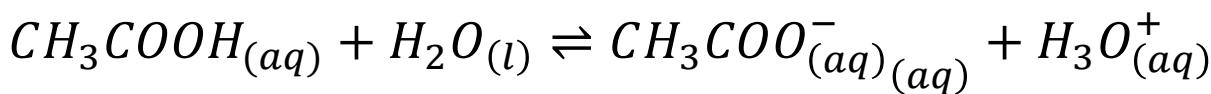
$$K = 1,65 \cdot 10^{-5}$$

❷ ثابتة التوازن  $K$  المُوافقة لمعادلة هذا التفاعل :

• تتعلق فقط بدرجة حرارة المجموعة الكيميائية.

تمرين ③ :

1 المعادلة الكيميائية :



2 تعبير التركيز المولى الفعلى :

الجدول الوصفي :

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

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

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

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

3 تطبيق عددي :

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

في المحلول ( $S_1$ ) ←

$$\begin{aligned} [H_3O^+]_{eq1} &= \frac{\sigma_1}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-}} \\ &= \frac{3,5 \cdot 10^{-2}}{3,49 \cdot 10^{-2} + 4,09 \cdot 10^{-3}} \\ &= 0,89 \text{ mol.m}^{-3} \end{aligned}$$

$$[H_3O^+]_{eq1} = 0,88 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

في المحلول ( $S_2$ ) ←

$$\begin{aligned} [H_3O^+]_{eq2} &= \frac{\sigma_2}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-}} \\ &= \frac{1,1 \cdot 10^{-2}}{3,49 \cdot 10^{-2} + 4,09 \cdot 10^{-3}} \\ &= 0,28 \text{ mol.m}^{-3} \end{aligned}$$

$$[H_3O^+]_{eq2} = 0,28 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

#### ٤ نسبة التقدم النهائي :

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

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

حمض الإيثانويك هو المتفاعل المحدّي أي  $x_{max}$

$$x_{max} = CV$$

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

#### \* تطبيق عددي

$$\leftarrow \text{في المحلول } (S_1)$$

$$\tau_1 = \frac{[H_3O^+]_{eq1}}{C_1} = \frac{0,89 \cdot 10^{-3}}{5,0 \cdot 10^{-2}}$$

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

$$\leftarrow \text{في المحلول } (S_2)$$

$$\tau_2 = \frac{[H_3O^+]_{eq2}}{C_2} = \frac{0,28 \cdot 10^{-3}}{5,0 \cdot 10^{-3}}$$

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

#### استنتاج :

● تتعلق قيمة نسبة التقدم النهائي  $\tau$  بالحالة البدئية للمجموعة، فكلما كانت التراكيز البدئية **صغيرة**، كانت نسبة التقدم النهائي **كبيرة**.

#### ٥ تابعة التوازن لتفاعل :

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

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

في المحلول  $(S_1)$  ←

$$K_1 = \frac{[H_3O^+]_{eq1}^2}{C_1 - [H_3O^+]_{eq1}} = \frac{(0,89 \cdot 10^{-3})^2}{5,0 \cdot 10^{-2} - 0,89 \cdot 10^{-3}}$$

$$K_1 = 1,61 \cdot 10^{-5} \quad \text{في المحلول } (S_2) \leftarrow$$

$$K_2 = \frac{[H_3O^+]_{eq2}^2}{C_2 - [H_3O^+]_{eq2}} = \frac{(0,28 \cdot 10^{-3})^2}{5,0 \cdot 10^{-3} - 0,28 \cdot 10^{-3}}$$

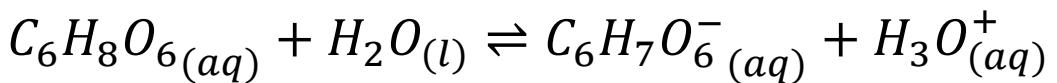
$$K_2 = 1,66 \cdot 10^{-5}$$

نلاحظ أن  $K_1 = K_2$

نستنتج أن ثابتة التوازن لا تتعلق بالحالة البدئية للمجموعة.

تمرين ④ :

١ المعادلة الكيميائية :



٢ الجدول الوصفي :

$C_6H_8O_6(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons C_6H_7O_6^-(aq) + H_3O_6^+(aq)$		معادلة التفاعل		
كميات المادة بالمول (mol)			تقدّم التفاعل	حالة المجموعة
$CV$	٠	٠	٠	الحالة البدئية
$CV - x$	$x$	$x$	$x$	الحالة الوسطية
$CV - x_{eq}$	$x_{eq}$	$x_{eq}$	$x_{eq}$	عند التوازن

٣ نسبة التقدّم النهائي :

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

لدينا

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

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

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

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

لدينا  $[H_3O^+]_{eq} = 10^{-pH}$

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

وبالتالي

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

تطبيق عددي

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

$\tau < 1$  – نستنتج أن التفاعل محدود.

٤ قيمة ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بهذا التفاعل:

$$Q_{\text{éq}} = \frac{[C_6H_7O_6^-]_{\text{éq}}, [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[C_6H_8O_6]_{\text{éq}}} \quad \text{لدينا}$$

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

$$Q_{\text{éq}} = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}^2}{C - [H_3O^+]_{\text{éq}}}$$

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

\* تطبيق عددي

$$Q_{\text{éq}} = \frac{10^{-2 \times 3,01}}{10^{-2} - 10^{-3,01}}$$

$$Q_{\text{éq}} = 1,06 \cdot 10^{-4}$$

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

٥ : تمرین

التركيز ١

$$C_0 = \frac{n}{V_0} \quad \text{لدينا}$$

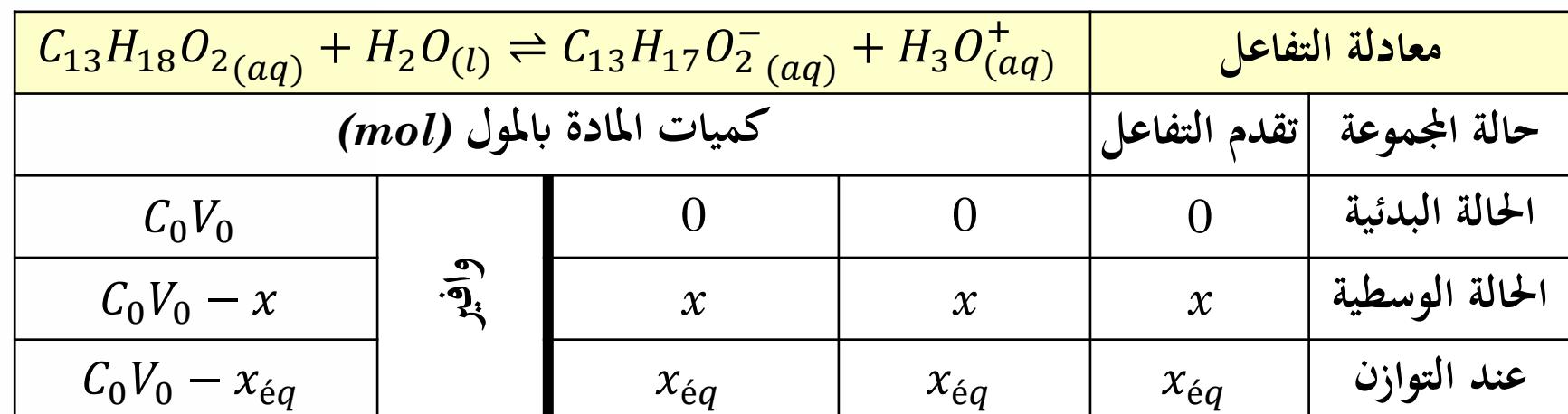
$$= \frac{m}{M} \quad \text{نعلم أن}$$

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

## تطبيقات عددي

٢ التحقق من أن تفاعل الإيبوبروفين مع الماء تفاعل محدود :

الجدول الوصفي : ←



$$\tau = \frac{x_{eq}}{x_{max}} \quad \text{لدينا}$$

## من خلال الجدول الوصفي لدينا :

$$[H_3O^+]_{\text{éq}} = \frac{x_{\text{éq}}}{V_0} \quad \Rightarrow \quad x_{\text{éq}} = [H_3O^+]_{\text{éq}} \cdot V_0$$

.  $C_0 V_0 - x_{max} = 0$  أي حمض الإيبوروفين هو المتفاعل المد

$$x_{max} = C_0 V_0 \quad \text{وبالتالي}$$

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

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

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

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

$\tau < 1$  - نستنتج أن التفاعل محدود.

٢ تعبير  $Q_r$  خارج التفاعل :

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

٣ تعبير  $Q_r$  خارج التفاعل بدلالة  $\tau$  :

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

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

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

$$Q_{\text{éq}} = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}^2}{C_0 - [H_3O^+]_{\text{éq}}} \quad \text{لدينا}$$

$$\tau = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}}{C_0} \quad \text{لدينا}$$

$$[H_3O^+]_{\text{éq}} = \tau \cdot C_0 \quad \text{أي}$$

$$Q_{\text{éq}} = \frac{(\tau \cdot C_0)^2}{C_0 - \tau \cdot C_0}$$

$$Q_{\text{éq}} = \frac{\tau^2 C_0^2}{C_0(1 - \tau)}$$

$$Q_{\text{éq}} = \frac{\tau^2 C_0}{(1 - \tau)}$$

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

$$Q_{\text{éq}} = \frac{x_{\text{max}} \tau^2}{C_0(1 - \tau)}$$

٤ قيمة ثابتة التوازن  $K$  :

$$K = Q_{\text{éq}} = \frac{\tau^2 C_0}{(1 - \tau)} \quad \text{لدينا}$$

$$K = 5 \cdot 10^{-5} \quad \text{أي} \quad K = \frac{0,0696^2 \times 9,7 \cdot 10^{-3}}{(1 - 0,0696)} \quad \text{تطبيق عددي}$$

٦ تمرین

## ١ كمية مادة الحمض البدئية :

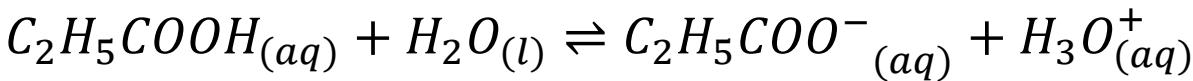
$$n = 0,2 \text{ mol} \quad \text{أي} \quad n = \frac{1,48}{74} \quad \text{تطبيق عددي} \quad n = \frac{m}{M} \quad \text{لدينا}$$

$\frac{m}{M}$  لدينا

ترکیز C

$$= \frac{n}{V} \quad \text{لديننا}$$

## ٢ المعادلة الكيميائية :



### الجدول الوصفي : ③

$C_2H_5COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_2H_5COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$				معادلة التفاعل
كميات المادة بالمول (mol)			تقدّم التفاعل	حالة المجموعة
$CV$		0	0	الحالة البدئية
$CV - x$	ـ	$x$	$x$	الحالة الوسطية
$CV - x_{eq}$		$x_{eq}$	$x_{eq}$	عند التوازن

## ٤ تعبير نسبة التقدم النهائي $\tau$ :

$$\tau = \frac{x_{eq}}{x_{max}} \quad \text{لدينا}$$

## من خلال الجدول الوصفي لدينا :

$$[H_3O^+]_{\text{éq}} = \frac{x_{\text{éq}}}{V} \quad \Rightarrow \quad x_{\text{éq}} = [H_3O^+]_{\text{éq}} \cdot V$$

حمض البوبانويك هو المتفاعل المحد أى  $CV - x_{max} = 0$

$$x_{max} = CV$$

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

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

## تطبيقات عددي ٥

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

تطبیق عددی 5

$\tau < 1$  - نستنتج أن التفاعل محدود.

تمرين ⑦ :

الكتلة :  $m$

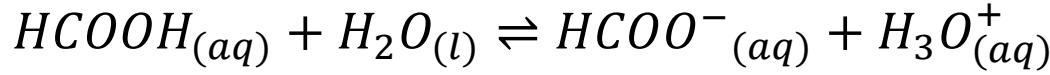
$$C = \frac{n}{V}$$

نعلم أن  $C = \frac{m}{V.M}$  وبالتالي  $n = \frac{m}{M}$

تطبيق عددي  $m = 1,0 \cdot 10^{-2} \times 100 \cdot 10^{-3} \times 46$

$m = 0,045\text{g}$  أي

المعادلة الكيميائية :



الجدول الوصفي :

$\text{HCOOH}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{HCOO}^-_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$				معادلة التفاعل	
كميات المادة بالمول (mol)				حالة المجموعة	تقدم التفاعل
$CV$		0	0	0	الحالة البدئية
$CV - x$	بـ	$x$	$x$	$x$	الحالة الوسطية
$CV - x_{eq}$		$x_{eq}$	$x_{eq}$	$x_{eq}$	عند التوازن

٤ نسبة التقدم النهائي  $\tau$  :

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

لدينا

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

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

حمض الفورميك هو المتفاعل المحدّي أي  $0$

$$x_{max} = CV$$

وبالتالي

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

لدينا

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

وبالتالي

$$\tau = \frac{10^{-2,9}}{1,0 \cdot 10^{-2}}$$

تطبيق عددي

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

$\tau < 1$  نستنتج أن التفاعل محدود.

٥ تعبير  $Q_{r,\text{éq}}$  خارج التفاعل عند التوازن :

$$Q_{r,\text{éq}} = \frac{[\text{HCOO}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{HCOOH}]_{\text{éq}}} \quad \text{لدينا}$$

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

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

$$[\text{HCOOH}]_{\text{éq}} = C - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$$

$$Q_{\text{éq}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}^2}{C - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}} \quad \text{لدينا}$$

$$\tau = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{C} \quad \text{لدينا}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = \tau \cdot C \quad \text{أي}$$

$$Q_{\text{éq}} = \frac{(\tau \cdot C)^2}{C - \tau \cdot C}$$

$$Q_{\text{éq}} = \frac{\tau^2 C^2}{C(1 - \tau)}$$

$$Q_{\text{éq}} = \frac{C\tau^2}{1 - \tau}$$

٦ قيمة ثابتة التوازن  $K$  :

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

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

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

٧ قيمة  $\sigma_{\text{éq}}$  موصلية المحلول عند التوازن :

$$\sigma_{\text{éq}} = \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} + \lambda_{\text{HCOO}^-} \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{éq}} \quad \text{لدينا}$$

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

$$\sigma_{\text{éq}} = \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} + \lambda_{\text{HCOO}^-} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$$

$$\sigma_{\text{éq}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} (\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{HCOO}^-}) \quad \text{وبالتالي}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$\tau' = 0,34$  أي  $\tau > 0$  نعلم أن

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

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

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

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

: ⑧

. a. قيمة ثابتة التوازن  $K'$  :

ثابتة التوازن لا تتعلق بالحالة البدئية

إذن  $K' = K = 1,81 \cdot 10^{-4}$

. b. نسبة التقدم النهائي  $\tau'$  :

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