

التطور التلقائي لمجموعة كيميائية

1. منحى التطور التلقائي لمجموعة كيميائية

- نمزج في ثلاث كؤوس (1) و (2) و (3)

S_1 $HCOOH_{(aq)}$ من محلول حمض الميثانويك V_1

S_2 $(Na^+_{(aq)} + HCOO^-_{(aq)})$ من محلول ميثانوات الصوديوم V_2

S_3 $CH_3COOH_{(aq)}$ ومحلل حمض الإيثانويك V_3

S_4 $(Na^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)})$ ومحلل إيثانوات الصوديوم V_4

لها التركيز نفسه $C = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ ، وذلك حسب الحجم المبينة في الجدول:

$$V_{sol} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

و نقيس PH كل خليط .

(3)	(2)	(1)	الخليط الحجم (mL)
1	5	10	V_1
1	10	10	V_2
10	20	10	V_3
1	1	10	V_4
3,8	3,7	4,2	pH

$$pK_{A_1}(HCOOH/HCOO^-) = 3,8 \text{ و } pK_{A_2}(CH_3COOH/CH_3COO^-) = 4,8$$

1- اكتب معادلة التفاعل بين المزدوجتين $HCOOH/HCOO^-$ و CH_3COOH/CH_3COO^-

باعتبار $HCOOH$ متفاعلا .

2- احسب في الحالة البدئية و في كل خليط النسبتين $\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$ و $\frac{[CH_3COO^-]_i}{[CH_3COOH]_i}$.

استنتج Qri في كل خليط .

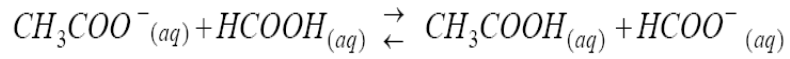
3- عبر بدلالة K_A و $[H_3O^+]$ ثم احسب النسبتين $\frac{[HCOO^-]_{\acute{e}q}}{[HCOOH]_{\acute{e}q}}$ و $\frac{[CH_3COO^-]_{\acute{e}q}}{[CH_3COOH]_{\acute{e}q}}$

4- عبر عن K ثابتة التوازن بدلالة K_{A1} و K_{A2} ثم احسب K . هل تتعلق بالتراكيز البدئية .

1-5 بملاحظتك تغير النسبتين بين الحالة البدئية و النهائية استنتج منحى تطور المجموعة الكيميائية في كل حالة .

2-5 قارن Qri مع K في كل حالة .

5- استنتج معيار التطور التلقائي لمجموعة كيميائية .



$$\begin{aligned} [CH_3COOH]_i &= \frac{CV_1}{V_{sol}} & \frac{[CH_3COO^-]_i}{[CH_3COOH]_i} &= \frac{V_3}{V_1} \\ [HCOOH]_i &= \frac{CV_2}{V_{sol}} & \frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i} &= \frac{V_4}{V_2} \\ [CH_3COO^-]_i &= \frac{CV_3}{V_{sol}} \\ [HCOO^-]_i &= \frac{CV_4}{V_{sol}} \end{aligned}$$

- قيمة خارج التفاعل $Q_{r,i}$ في كل خليط في الحالة البدئية :

$$Q_{r,i} = \frac{[CH_3COOH]_i \cdot [HCOO^-]_i}{[CH_3COO^-]_i \cdot [HCOOH]_i} = \frac{V_2 \cdot V_3}{V_1 \cdot V_4}$$

الكأس	1	2	3
$\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$	1	2	1
$\frac{[CH_3COO^-]_i}{[CH_3COOH]_i}$	1	0.05	0.1
Qri	1	40	10

- حساب قيمتي النسبتين $\frac{[HCOO^-]_f}{[HCOOH]_f}$ و $\frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}$ ، و قيمة خارج التفاعل $Q_{r,f}$ في الحالة النهائية

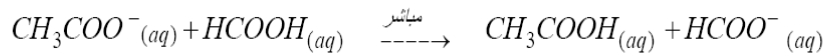
$$pH = pK_A + \text{Log} \frac{[base]_f}{[acide]_f} \Rightarrow \frac{[base]_f}{[acide]_f} = 10^{pH - pK_A} \quad \text{لدينا العلاقة:}$$

(3)	(2)	(1)	الخليط
0.1	0,08	0,25	$\frac{[CH_3COO^-]_{\acute{e}q}}{[CH_3COOH]_{\acute{e}q}} = 10^{(pH-4,8)}$
1	0.8	2,5	$\frac{[HCOO^-]_{\acute{e}q}}{[HCOOH]_{\acute{e}q}} = 10^{(pH-3,8)}$
10	10	10	$K = Q_{r,\acute{e}q} = \frac{[CH_3COOH]_{\acute{e}q} \cdot [HCOO^-]_{\acute{e}q}}{[CH_3COO^-]_{\acute{e}q} \cdot [HCOOH]_{\acute{e}q}}$
10	40	1	$Q_{r,i}$

** في الخليط (1): لدينا $Q_{r,i} = 1 < K$

$$\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i} = \frac{V_4}{V_2} = \frac{5}{5} = 1 < \frac{[HCOO^-]_{\acute{e}q}}{[HCOOH]_{\acute{e}q}} = 2,5 \quad \text{و} \quad \frac{[CH_3COO^-]_i}{[CH_3COOH]_i} = \frac{V_3}{V_1} = \frac{5}{5} = 1 > \frac{[CH_3COO^-]_{\acute{e}q}}{[CH_3COOH]_{\acute{e}q}} = 0,25$$

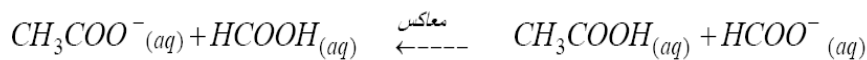
يعني أن $[HCOOH]$ و $[CH_3COO^-]$ تناقصا، وأن $[HCOO^-]$ و $[CH_3COOH]$ تزايدا، وبالتالي فإن المجموعة قد تطورت في المعنى المباشر:



** في الخليط (2): لدينا $Q_{r,i} = 40 > K$

$$\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i} = \frac{V_4}{V_2} = \frac{10}{5} = 2 > \frac{[HCOO^-]_{\acute{e}q}}{[HCOOH]_{\acute{e}q}} = 0,79 \quad \text{و} \quad \frac{[CH_3COO^-]_i}{[CH_3COOH]_i} = \frac{V_3}{V_1} = \frac{1}{20} = 0,05 < \frac{[CH_3COO^-]_{\acute{e}q}}{[CH_3COOH]_{\acute{e}q}} = 0,08$$

يعني أن $[CH_3COO^-]$ و $[HCOOH]$ تزايداً، وأن $[HCOO^-]$ و $[CH_3COOH]$ تناقصاً، وبالتالي فإن المجموعة قد تطورت في المنحى المعاكس:



** في الخليط (3): لدينا $Q_{r,i} = 10 = K$

$$\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i} = \frac{V_4}{V_2} = \frac{10}{1} = 10 = \frac{[HCOO^-]_{\text{éq}}}{[HCOOH]_{\text{éq}}} \quad \text{و} \quad \frac{[CH_3COO^-]_i}{[CH_3COOH]_i} = \frac{V_3}{V_1} = \frac{10}{10} = 1 = \frac{[CH_3COO^-]_{\text{éq}}}{[CH_3COOH]_{\text{éq}}}$$

يعني أن التراكيز لم تتغير، وبالتالي فإن المجموعة لم تتطور مبانها في حالة توازن.

* ملاحظات:

- خارج التفاعل $Q_{r,f}$ عند الحالة النهائية، يساوي ثابتة التوازن K بالنسبة لكل خليط ($Q_{r,f} = K = 10$):
- + لا تتعلق حالة المجموعة عند التوازن بالحالة البدئية
- + تتطور المجموعة تلقائياً نحو حالة التوازن حيث تؤول Q_r إلى ثابتة التوازن K .

* استنتاج: معيار التطور التلقائي

تتطور مجموعة كيميائية تلقائياً نحو حالة التوازن بحيث يؤول خارج التفاعل Q_r إلى ثابتة التوازن K .
نميز بين ثلاث حالات:

- + إذا كان $Q_{r,i} < K$: تتطور المجموعة في المنحى المباشر حتى تصير $Q_{r,f} = K$.
- + إذا كان $Q_{r,i} > K$: تتطور المجموعة في المنحى المعاكس حتى تصير $Q_{r,f} = K$.
- + إذا كان $Q_{r,i} = K$: لا تتطور المجموعة عياناً، وتوجد في حالة توازن.

