

الجزء الثاني

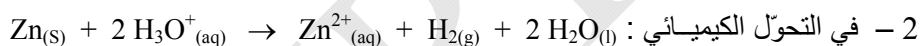
I - أختبر معلوماتي

1 - صحيح أم خطأ؟

- 1 - خطأ : من أجل متابعة تطوّر كيميائي بواسطة قياس الناقلية ، يجب على الأقل أن يكون نوع كيميائي شاردياً .
 2 - خطأ : كمية المادة في المحلول لا تتغير طبعاً ، لكن تطور الجملة يتأثر (يتأثر بالتركيز) .
 3 - خطأ : كميات مادة المتفاعلات اختيارية .

2 - اختر الأجوبة الصحيحة

- 1 - يجب أن نقوم بسقي فيزيائي لجملة كيميائية إذا أردنا أن نتابع تطورها بواسطة **المعايرة** (قياس الناقلية لا يحتاج إلى توقيف التفاعل) .



- (أ) تقدم التفاعل $x(t)$ يعبر عن كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات (**خطأ**)
 (ب) في اللحظة t تكون كمية مادة ثنائي الهيدروجين تساوي التقدم $x(t)$ (**صحيح**)
 (ج) في اللحظة t تكون كمية مادة ثنائي الهيدروجين تساوي كمية مادة شوارد الهيدرونيوم المستهلكة (**خطأ**) (تساوي نصفها)
 3 - المعادلة: $2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(aq)} + \text{I}_2_{(aq)} \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-}_{(aq)} + 2 \text{I}^-_{(aq)}$
 (أ) خطأ (سريع وتام)
 (ب) خطأ (اختفاء اللون الأسمر)
 (ج) صحيح

II - أستعمل معلوماتي

3 -

- 1 - جدول التقدم: R-Cl هو $(\text{CH}_3)_3\text{-CCl}$ و R-OH هو $(\text{CH}_3)_3\text{-COH}$ ، حيث R : جذر ألكيلي

معادلة التفاعل		$R\text{-Cl}_{(aq)} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow R\text{-OH}_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$				
حالة الجملة الكيميائية	التقدم	كمية المادة بـ (mol)				
الحالة الابتدائية	0	$3,7 \times 10^{-3}$	زيادة	0	0	0
الحالة الانتقالية	$x(t)$	$3,7 \times 10^{-3} - x(t)$	زيادة	$x(t)$	$x(t)$	$x(t)$
الحالة النهائية	x_{max}	$3,7 \times 10^{-3} - x_{max}$	زيادة	x_{max}	x_{max}	x_{max}

- 2 - المتفاعل المحدّ هو 2 - كلورو-2- ميثيل بروبان ، وبالتالي : $3,7 \times 10^{-3} - x_{max} = 0$ ومنه :

$$x_{max} = 3,7 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

3 - في اللحظة t يكون التقدم $x(t)$ مساويا لعدد مولات Cl^- وكذلك H_3O^+ : $x(t) = n_{Cl^-} = n_{H_3O^+}$

لدينا $[H_3O^+] = \frac{n_{H_3O^+}}{V}$ و $[Cl^-] = \frac{n_{Cl^-}}{V}$. وبالتعويض في العلاقة (1) نكتب :

$$\sigma(t) = \frac{x(t)}{V} (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}) \quad \text{أو} \quad \sigma(t) = \lambda_{H_3O^+} \frac{n_{H_3O^+}}{V} + \lambda_{Cl^-} \frac{n_{Cl^-}}{V}$$

نضع $K = \left(\frac{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}}{V} \right)$ وهو ثابت بالنسبة لمحلول واحد ، وبالتالي : $\sigma(t) = K \cdot x(t)$ (1)

بما أن وحدة σ هي $S \cdot m^{-1}$ ووحدة $x(t)$ هي mol ، إذن وحدة K هي $S \cdot m^{-1} \cdot mol^{-1}$.

4 - في نهاية التفاعل يكون لدينا $x(t) = n_0$ ، لأن المتفاعل المحد هو 2 - كلورو - 2 - ميثيل بروبان . وتكون حينذاك قيمة الناقلية

النوعية للمحلول هي القيمة النهائية σ_f ، وبالتالي نكتب : $\sigma(t) = Kn_0$ ، ومنه $K = \frac{\sigma_{final}}{n_0}$

بالتعويض في العلاقة (1) نجد : $x(t) = \frac{n_0}{\sigma_f} \sigma(t)$ (2)

$$x(t_1) = \frac{3,7 \times 10^{-3} \times 5,1}{9,1} = 2,1 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad \text{(أ) من العلاقة (2) :}$$

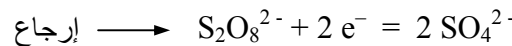
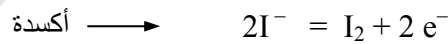
(ب) عدد مولات 2 - كلورو - 2 - ميثيل بروبان غير المماهة عند اللحظة t_1 هي الفرق بين عدد المولات الابتدائية وقيمة

$$n = 3,7 \times 10^{-3} - 2,1 \times 10^{-3} = 1,60 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad : x(t_1)$$

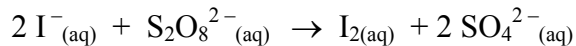
$$m = n \times M = 1,60 \times 10^{-3} \times 92,5 = 0,15 \text{ g} \quad \text{كتلة 2 - كلورو - 2 - ميثيل بروبان :}$$

- 4

1 - المعادلتان النصفيتان الإلكترونيتان :



معادلة الأكسدة - إرجاع :



$$n(S_2O_8^{2-}) = C_1V_1 = 1,5 \times 10^{-2} \times 0,5 = 7,50 \times 10^{-2} \text{ mol} \quad - 2$$

$$n(I^-) = C_2V_2 = 10^{-1} \times 0,5 = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$[I^-] = \frac{n(I^-)}{V_1 + V_2} = \frac{5 \times 10^{-2}}{1} = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \quad \text{التركيز المولي لشوارد اليود :}$$

معادلة التفاعل	$2 I^-_{(aq)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)} \rightarrow I_{2(aq)} + 2 SO_4^{2-}$				
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة (mol)			
$t = 0$	0	$5,0 \times 10^{-2}$	$7,5 \times 10^{-3}$	0	0
t	$x(t)$	$5,0 \times 10^{-2} - 2x(t)$	$7,5 \times 10^{-3} - x(t)$	$x(t)$	$2x(t)$
t_f	x_{max}	$5,0 \times 10^{-2} - 2x_{max}$	$7,5 \times 10^{-3} - x_{max}$	x_{max}	$2x_{max}$

من جدول التقدم نستنتج العلاقة : $n(I_2) = x(t)$.

$$(ب) \quad n(I_2) = [I_2] \cdot (V_1 + V_2) = x(t) \quad (1)$$

(ج) المتفاعل المحد هو الموافق لقيمة $x(t)$ الأصغر في المعادلتين :

$$5,0 \times 10^{-2} - 2x(t) = 0 \Rightarrow x(t) = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

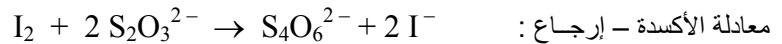
$$7,5 \times 10^{-3} - x(t) = 0 \Rightarrow x(t) = 7,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

نستنتج أن المتفاعل المحد هو بيروكسو دي كبريتات البوتاسيوم ، ومنه $x_{max} = 7,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$

بالتعويض في العلاقة (1) عدد مولات ثنائي اليود بقيمة x_{max} ، نجد التركيز المولي لثنائي اليود في نهاية التفاعل :

$$[I_2] = \frac{x_{max}}{V_1 + V_2} = \frac{7,5 \times 10^{-3}}{0,5 + 0,5} = 7,5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

(د) الثنائيتان Ox/Red هما : I_2 / I^- و $S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-}$.



(هـ) من معادلة الأكسدة - إرجاع نستنتج أن في كل لحظة t يكون $n(S_2O_3^{2-}) = 2 n(I_2)$ ، وبالتالي :

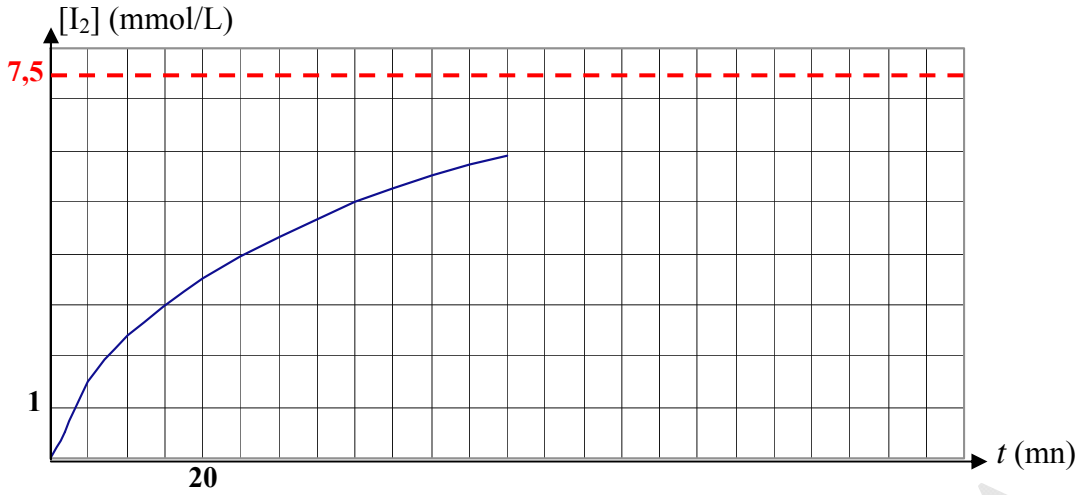
$$C_3 V_E = 2 [I_2] V \quad \text{من الجدول لدينا عند اللحظة } t = 40 \text{ mn} \text{ كان التركيز المولي لثنائي اليود } [I_2] = 5,0 \text{ mmol/L} .$$

$$V_E = \frac{2 \times 5 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-3}} \times 20 = 40 \text{ mL} \quad \text{بالتطبيق العددي نجد :}$$

(و) في اللحظة $t = 60 \text{ mn}$ كان التركيز المولي لثنائي اليود $[I_2]_{60} = 5,9 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ (من الجدول)

ووجدنا في السؤال - 3 (ج) أن التركيز المولي لثنائي اليود في نهاية التفاعل $[I_2] = 7,5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ ، إذن التفاعل لم ينتهي في

اللحظة $t = 60 \text{ mn}$.



- 5

1 - أ) كمية المادة الابتدائية لـ 2 - كلورو-2-ميثيل بروبان : $n = \frac{m}{M} = \frac{4,60}{92,5} = 4,96 \times 10^{-2} \text{ mol}$

كمية مادة هيدروكسيد البوتاسيوم : $n' = CV = 0,1 \times 0,5 = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol}$

(ب) جدول التقدم

معادلة التفاعل		$R-Cl_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)} \rightarrow R-OH_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$			
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة بـ (mol)			
الحالة الابتدائية	0	$4,96 \times 10^{-2}$	$5,00 \times 10^{-2}$	0	0
الحالة الانتقالية	x	$4,96 \times 10^{-2} - x$	$5,00 \times 10^{-2} - x$	x	x
الحالة النهائية	x_{\max}	$4,96 \times 10^{-2} - x_{\max}$	$5,00 \times 10^{-2} - x_{\max}$	x_{\max}	x_{\max}

المتفاعل المحدد هو R-Cl ، حيث $x = 4,96 \times 10^{-2} = x_{\max}$

2 - أ) عند التكافؤ تكون كمية مادة شوارد H_3O^+ المضافة تساوي كمية مادة شوارد OH^- الباقية في المزيج ، أي

وبالتالي $n(OH^-) = n(H_3O^+)$ ، $[OH^-] V = C_1 V_E$ ، ومنه : $[OH^-] = \frac{C_1 V_E}{V}$

(ب) في المزيج (الحجم V_T) لدينا عدد مولات OH^- هو $n(OH^-) = [OH^-] V = V_T \cdot \frac{C_1 V_E}{V}$ (1)

3 - أ) في اللحظة $t = 8 \text{ h}$ لدينا $V_E = 6,8 \text{ mL}$. بالتعويض في العلاقة (1) نجد عدد مولات OH^- في الحجم

$V_T = 10 + 6,2 = 16,2 \text{ mL}$

$n(OH^-) = \frac{2,5 \times 10^{-2} \times 6,2 \times 10^{-3} \times 16,2}{10} = 2,51 \times 10^{-4} \text{ mol}$

هذا العدد من المولات موجود فقط في الحجم V_T إذن في المزيج المتفاعل الإبتدائي الذي حجمه $0,500 + 0,500 = 1 \text{ L}$ يوجد العدد

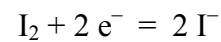
$1,55 \times 10^{-2} \text{ mol}$ من OH^- ، معنى هذا أن : $5,00 \times 10^{-2} - x = 1,55 \times 10^{-2}$ ومنه : $x = 3,45 \times 10^{-2} \text{ mol}$

(ب) التحول لم يصل إلى نهايته لأن $x_{\max} = 4,96 \times 10^{-2} \text{ mol}$ ، أي أكبر من x .

1- تتآكل صفيحة التوتياء أثناء التفاعل ويتناقص التركيز المولي لثنائي اليود ، وبالتالي يبدأ اللون الأسمر يميل نحو الأصفر إلى أن يتلاشى تماما ليصبح المزيج شفافا .

2 - عدد المولات الابتدائية لثنائي اليود هي : $n(I_2) = C_0 V = 2 \times 10^{-2} \times 0,25 = 5,00 \times 10^{-3} \text{ mol}$

3 - أ) الثنائيتان المتفاعلتان : Zn^{2+} / Zn و I_2 / I^-



معادلة التفاعل		Zn	+	I ₂	→	Zn ²⁺	+	2 I ⁻
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة (mol)						
الابتدائية	0	زيادة		$5,00 \times 10^{-3}$		0		0
الانتقالية	$x(t)$	زيادة		$5,00 \times 10^{-3} - x(t)$		$x(t)$		$2x(t)$
النهائية	x_{\max}	زيادة		$5,00 \times 10^{-3} - x_{\max}$		x_{\max}		$2x_{\max}$

ب) كمية مادة ثنائي اليود في المحلول هي : $n(I_2) = 5,00 \times 10^{-3} - x(t)$

ج) التركيز المولي لثنائي اليود في المحلول : $[I_2] = \frac{n(I_2)}{V} = \frac{5,00 \times 10^{-3} - x(t)}{V}$ (1)

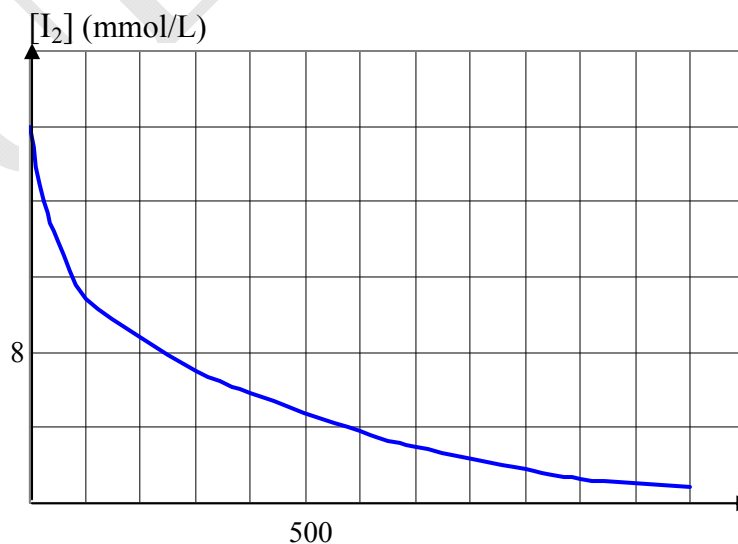
د) المتفاعل المحد هو ثنائي اليود ، ومنه $5,00 \times 10^{-3} - x_{\max} = 0$ ، ومنه $x_{\max} = 5,00 \times 10^{-3} \text{ mol}$

4 - كمية مادة شوارد التوتياء $n(Zn^{2+}) = x_{\max}$ ، وبالتالي التركيز المولي لشوارد التوتياء :

$$[Zn^{2+}] = \frac{x_{\max}}{V} = \frac{5 \times 10^{-3}}{0,25} = 20,0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

كمية مادة شوارد اليود $n(I^-) = 2x_{\max}$ ، وبالتالي $[I^-] = \frac{2x_{\max}}{V} = \frac{2 \times 5 \times 10^{-3}}{0,25} = 40,0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

5- التمثيل البياني $[I_2] = f(t)$:

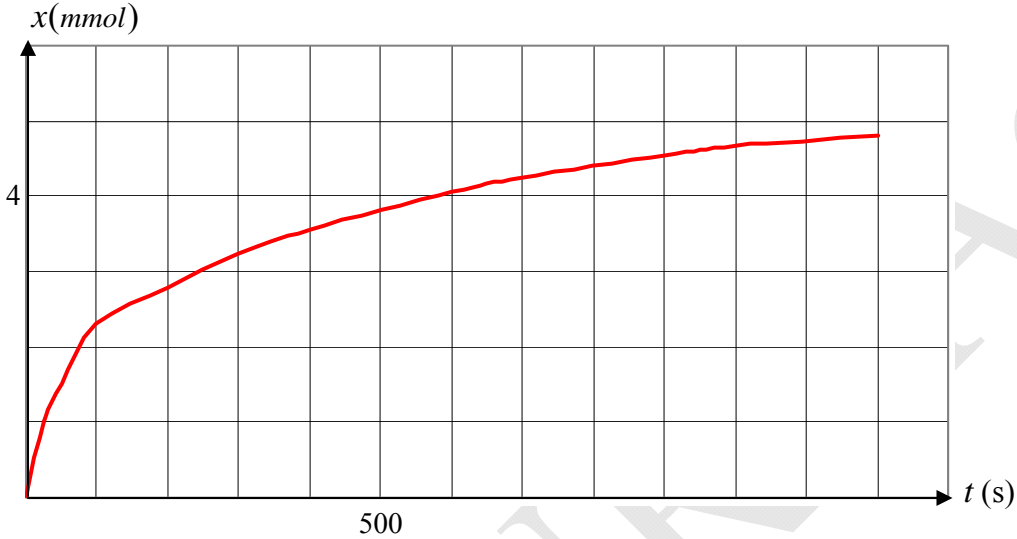


التمثيل البياني $x = f(t)$:

من أجل حساب قيم التقدم في كل لحظة نستعمل العلاقة (1) .

$$x(t) = 5 \times 10^{-3} - [I_2] \quad V = 5 \times 10^{-3} - 20 \times 10^{-3} \times 0,25 = 0$$

t (s)	0	25	50	100	200	300	400	600	700	900	1000	1200
$x(t)$ (mmol)	0	1,00	1,52	2,30	2,80	3,25	3,55	4,05	4,25	4,55	4,67	4,80



- 7

1 - أ) لدينا في اللحظة t_0 تركيز الميثانوات $[HCOO^-] = 0$ ، وبالتالي نكتب عبارة الناقلية كما يلي :

$$: \text{وبالتالي} , [Na^+] = [OH^-] = \frac{n_0}{V} \text{ ، ولدينا كذلك} , G_0 = K\sigma_0 = K(\lambda_{Na^+} [Na^+] + \lambda_{OH^-} [OH^-])$$

$$G_0 = K \frac{n_0}{V} (\lambda_{Na^+} + \lambda_{OH^-})$$

$$\text{ب) لدينا} \quad K = 1,0 \times 10^{-2} \text{ m} \quad , \quad \frac{n_0}{V} = C_0 = 10^{-2} \times 10^3 = 10 \text{ mol} / \text{m}^3$$

قيمة G_0 هي :

$$G_0 = 10^{-2} \times 10^{-2} \times 10^3 \times 10^{-3} (5,01 + 19,9) = 2,49 \text{ mS}$$

2 - كمية مادة ميثانوات الإيثيل هي نفسها كمية مادة هيدروكسيد الصوديوم : $n_0 = C_0 V = 10^{-2} \times 0,2 = 2,00 \times 10^{-3} \text{ mol}$

معادلة التفاعل	$HCOO-C_2H_5(aq) + OH^-(aq) \rightarrow HCOO^-(aq) + C_2H_5-OH(aq)$				
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة (mol)			
الحالة الابتدائية	0	$2,00 \times 10^{-3}$	$2,00 \times 10^{-3}$	0	0
الحالة الانتقالية	x	$2,00 \times 10^{-3} - x$	$2,00 \times 10^{-3} - x$	x	x

$$3- \text{ أ) لدينا في اللحظة } t : [Na^+] = \frac{n_0}{V} , [OH^-] = \frac{n_0 - x}{V} , [HCOO^-] = \frac{x}{V} .$$

عبارة الناقلية هي : $G_t = \frac{K}{V} (\lambda_{Na^+} [Na^+] + \lambda_{OH^-} [OH^-] + \lambda_{HCOO^-} [HCOO^-])$ ، وبتعويض التراكيز المولية بعباراتها السابقة

$$(1) \quad G_t = \frac{K}{V} (\lambda_{Na^+} n_0 + \lambda_{OH^-} (n_0 - x) + \lambda_{HCOO^-} x)$$

ب) ننشر العبارة (1) ونجد $G_t = \frac{K}{V} (\lambda_{HCOO^-} - \lambda_{OH^-}) x + \frac{K}{V} n_0 (\lambda_{Na^+} + \lambda_{OH^-})$ ، هذه العبارة من الشكل :

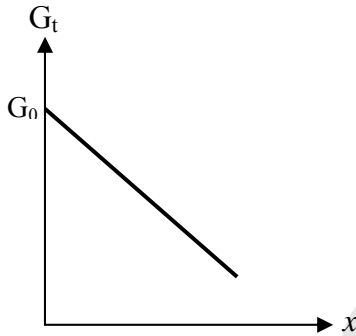
$$(2) \quad G_t = a x + b$$

$$\text{حيث : } a = \frac{K}{V} (\lambda_{HCOO^-} - \lambda_{OH^-}) \text{ و } b = \frac{K}{V} n_0 (\lambda_{Na^+} + \lambda_{OH^-})$$

b هي قيمة G_0 المحسوبة سابقا .

ج) بما أن $\lambda_{HCOO^-} < \lambda_{OH^-}$ إذن a سالب ، لأن $V > 0$ و $K > 0$.

د) تمثل العلاقة (2) خطا مائلا



4 - أ) نحسب الثابتين a و b ، ثم نعوض G_t بالقيمة $2,16 \text{ mS}$.

$$a = -\frac{10^{-2}}{0,2 \times 10^{-3}} \times 14,44 \times 10^{-3} = 7,2 \times 10^{-1} \text{ S} \cdot \text{mol}^{-1}$$

ب) وهي قيمة G_0 الموجودة سابقا . $b = 10^{-2} \times 10^{-2} \times 10^3 (24,9) = 2,49 \text{ mS}$

ج) من العلاقة (2) نحسب قيمة التقدم $x = 0,46 \text{ mmol}$

