

التتبع الزمني لتحول كيميائي - تصحيح التمارين

من خلال الجدول عند اللحظة $t = 3 \text{ min}$ لدينا $x(t) = 0,50 \times 10^{-3} \text{ mol} = 5,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$ أي أن حصة المادة عند هذه اللحظة :

$$n_{t=3 \text{ min}}(\text{H}^+) = 2,0 \times 10^{-2} - 2 \times 5 \times 10^{-4} = 19,0 \text{ mmol}$$

$$n_{t=3 \text{ min}}(\text{Zn}) = 1,53 \times 10^{-2} - 5 \times 10^{-4} = 14,8 \text{ mmol}$$

$$n_{t=3 \text{ min}}(\text{H}_2) = n(\text{Zn}^{2+}) = 0,50 \text{ mmol}$$

لنستنتج تركيز أيونات الزنك II في المحلول :

$$[\text{Zn}^{2+}]_{t=3 \text{ min}} = \frac{n(\text{Zn})}{v} = \frac{0,50 \times 10^{-3}}{40 \times 10^{-3}} = 12,5 \text{ mmol/L}$$

5 - اللحظة التي يساوي فيها الحجم $V(\text{H}_2) = 8,0 \text{ mL}$

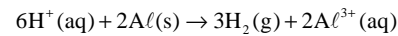
كمية مادة ثنائي الهيدروجين المحصلة في هذه اللحظة : $n(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{8 \times 10^{-3}}{24} = 0,33 \text{ mmol}$

أي أن $x(t) = 0,33 \text{ mmol}$ وحسب المبيان فهذه القيمة توافقها اللحظة $t = 1,45 \text{ min}$



التمرين 2

1 - المعادلة الكيميائية للتفاعل :



2 - حساب كمية المادة للمتفاعلات :

التتبع الزمني لتحول كيميائي - تصحيح التمارين

التتبع الزمني لتحول كيميائي - سرعة التفاعل
تصحيح السلسلة 2

التمرين 1

1 - حساب كمية مادة ثنائي الهيدروجين المجمعة عند مختلف اللحظات :

$$n(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m}$$

بحيث أن $V_m = 24 \text{ L/mol}$

t (min)	0	1	2	3	4	5
$V(\text{H}_2)$ (mL)	0	6,3	9,9	12,0	13,5	14,2
$n(\text{H}_2)$ (mmol)	0	0,26	0,41	0,50	0,56	0,59

2 - تعبير التقدم $x(t)$ بدلالة V_m و $V(\text{H}_2)$

الجدول الوصفي للتحويل :

المعادلة الكيميائية		$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq})$						
الحالة	التقدم	كميات المادة (mmol)						
البدئية	0	$Cv = 20 \text{ mmol}$	وفير	$n_0(\text{Zn}) = 15,3 \text{ mmol}$		0	0	وفير
خلال التحويل	x	$20 - 2x$	وفير	$15,3 - x$		x	x	وفير
نهائية	x_{max}	$20 - 2x_{\text{max}}$	وفير	$15,3 - x_{\text{max}}$		x_{max}	x_{max}	وفير

من خلال الجدول الوصفي لدينا : $n(\text{H}_2) = x(t) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m}$

t (min)	0	1	2	3	4	5
$V(\text{H}_2)$ (mL)	0	6,3	9,9	12,0	13,5	14,2
$n(\text{H}_2)$ (mmol)	0	0,26	0,41	0,50	0,56	0,59
$x(t)$ (mmol)	0	0,26	0,41	0,50	0,56	0,59

تمثيل $x(t)$ أنظر الشكل أسفله .

3 - التعبير عن كميات المادة لمختلف مكونات المحلول بدلالة $x(t)$:

من خلال الجدول الوصفي لدينا خلال التحويل :

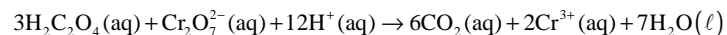
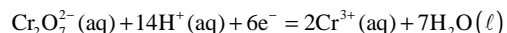
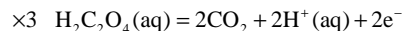
$$n(\text{H}^+) = 2,0 \times 10^{-2} - 2x(t)$$

$$n(\text{Zn}) = 1,5 \times 10^{-2} - x(t)$$

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}^{2+}) = x(t)$$

4 - حصة المادة للخليط التفاعلي عند اللحظة $t = 3 \text{ min}$

التتبع الزمني لتحول كيميائي - تصحيح التمارين



2 - 2 تعريف السرعة الحجمية للتفاعل :

$$v = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$$

بحيث أن x تقدم التفاعل .

$$: \frac{d[\text{Cr}^{3+}]}{dt}$$

حسب المعادلة التفاعل وجدول التطور لهذا التفاعل لدينا :

$$n(\text{Cr}^{3+}) = 2x \Rightarrow x = \frac{n(\text{Cr}^{3+})}{2}$$

$$v = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} \Rightarrow v = \frac{d}{dt} \left(\frac{n(\text{Cr}^{3+})}{2V} \right) \Rightarrow v = \frac{1}{2} \frac{d[\text{Cr}^{3+}]}{dt}$$

2 - 3 بواسطة طريقة المماسات للمنحنى وبحساب المعامل الموجه وهو يساوي : بالنسبة ل t=0s :

$$K = \frac{\Delta[\text{Cr}^{3+}]}{\Delta t} = \left(\frac{d[\text{Cr}^{3+}]}{dt} \right)_{t=0s} = 0,75 \text{mmol} / \ell.s$$

$$v = \frac{K}{2} = 0,375 \text{mmol} / \ell.s$$

بالنسبة ل t=50s :

$$K' = \frac{\Delta[\text{Cr}^{3+}]}{\Delta t} = \left(\frac{d[\text{Cr}^{3+}]}{dt} \right)_{t=50s} = 0,126 \text{mmol} / \ell.s$$

$$v = \frac{K'}{2} = 0,063 \text{mmol} / \ell.s$$

2 - 4 من خلال الجدول الوصفي لتقدم التفاعل :

معادلة التفاعل		$3\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq}) + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 12\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 6\text{CO}_2(\text{aq}) + 2\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7\text{H}_2\text{O}(\ell)$					
الحالة	التقدم	كميات المادة ب mmol					
البدئية	0	3	0,835			0	0
خلال التفاعل	x	3-3x	0,835-x			6x	2x
النهائية	x _{max}	3-3x _{max}	0,835-x _{max}			6x _{max}	2x _{max}

التتبع الزمني لتحول كيميائي - تصحيح التمارين

$$n_1(\text{H}^+) = C_A V = 0,180 \times 60 \times 10^{-3} = 1,08 \times 10^{-2} \text{mol}$$

$$n_1(\text{A}\ell) = \frac{m(\text{A}\ell)}{M(\text{A}\ell)} = \frac{0,80}{27} = 2,96 \times 10^{-2} \text{mol}$$

المتفاعل المحد :

$$\frac{n_1(\text{H}^+)}{6} = \frac{1,08 \times 10^{-2}}{6} = 1,8 \times 10^{-3} \text{mol}$$

$$\frac{n_1(\text{A}\ell)}{2} = \frac{2,96 \times 10^{-2}}{2} = 1,48 \times 10^{-2} \text{mol}$$

أي أن المتفاعل المحد هو H^+ والتقدم الأقصى : $x_{\text{max}} = 1,80 \times 10^{-3} \text{mol}$

3 - تحديد زمن نصف التفاعل لهذا التحول :

نعلم أن زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ لهذا التحول هو المدة الزمنية التي ستستهلك فيها نصف التقدم

النهائي : $x_f / 2$ وبما أن التفاعل كلي فإن $x_f = x_{\text{max}}$ أي الموافقة ل $x_{\text{max}} / 2$

وحسب معادلة التفاعل لدينا

$$n_f(\text{H}_2) = 3x_{\text{max}}$$

$$n_f(\text{H}_2) = \frac{V_f(\text{H}_2)}{V_m} = 3x_{\text{max}} \Rightarrow V_f(\text{H}_2) = 3V_m x_{\text{max}} = 119 \text{mL}$$

$$V(\text{H}_2)(t_{1/2}) = \frac{V_f(\text{H}_2)}{2} = 59,5 \text{mL}$$

إذن عند $t_{1/2}$ لدينا $x(t_{1/2}) = x_{\text{max}} / 2$ أي أن

من خلال المبيان لدينا : $t_{1/2} = 310 \text{s}$

التمرين 5

1 - كتلة بلورات حمض الأوكساليك اللازمة لتحضير 100mL من المحلول S_1 :

نعلم أن علاقة التي تربط بين التركيز وكمية المادة هي :

$$C_1 = \frac{n}{V}$$

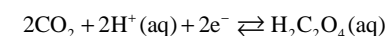
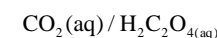
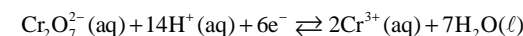
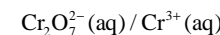
هي S_1 :

$$n = C_1 \cdot V \Rightarrow \frac{m}{M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4, 2\text{H}_2\text{O})} = C_1 V$$

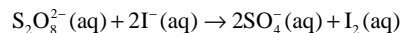
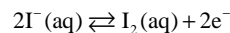
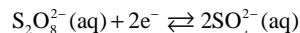
$$m = C_1 \cdot V \cdot M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4, 2\text{H}_2\text{O})$$

تطبيق عددي : $m = 0,756 \text{g}$

2 - 1 معادلة التفاعل بين المزدوجتين :



التتبع الزمني لتحول كيميائي - تصحيح التمارين



3 - تعبير تراكيز مختلف الأيونات المتواجدة في الخليط :
الجدول الوصفي للتفاعل خلال التفاعل :

معادلة التفاعل		$S_2O_8^{2-}(aq) + 2I^- (aq) \rightarrow 2SO_4^{2-}(aq) + I_2(aq)$					
الحالة	التقدم	كميات المادة ب mol					
البدئية	0	C_1V_1	C_2V_2			0	0
خلال التفاعل	x	$C_1V_1 - x$	$C_2V_2 - 2x$			2x	x
النهائية	x_{max}	$C_1V_1 - x_{max}$	$C_2V_2 - 2x_{max}$			$2x_{max}$	x_{max}

الأيونات المتواجدة في المحلول : $S_2O_8^{2-}(aq)$ و $I^- (aq)$ ، $K^+(aq)$ ، $SO_4^{2-}(aq)$

$$[S_2O_8^{2-}]_t = \frac{n(S_2O_8^{2-})}{V_T} = \frac{C_1V_1 - x}{V_T} \quad \text{عند اللحظة } t$$

$$[I^-]_t = \frac{n(I^-)}{V_T} = \frac{C_2V_2 - 2x}{V_T}$$

$$[SO_4^{2-}] = \frac{2x}{V}$$

حساب التركيز ل K^+

$$[K^+] = \frac{n(K^+) + n'(K^+)}{V} = \frac{2C_1V_1 + C_2V_2}{V}$$

$$4 - \text{ لنبين العلاقة التالية : } G = \frac{1}{V}(A + Bx)$$

نعلم أن موصلة المحلول هي : $G = k\sigma$ بحيث أن σ موصلية المحلول تعبيرها كالتالي :

$$\sigma = \sum \sigma_i = \sum \lambda_i [X_i]$$

$$\sigma = \lambda_{S_2O_8^{2-}} \times [S_2O_8^{2-}] + \lambda_{I^-} \times [I^-] + \lambda_{K^+} \times [K^+] + \lambda_{SO_4^{2-}} \times [SO_4^{2-}]$$

$$\sigma = \lambda_{S_2O_8^{2-}} \times \frac{C_1V_1 - x}{V} + \lambda_{I^-} \times \frac{C_2V_2 - 2x}{V} + \lambda_{K^+} \left(\frac{2C_1V_1 + C_2V_2}{V} \right) + \lambda_{SO_4^{2-}} \left(\frac{2x}{V} \right)$$

$$\sigma = \lambda_{S_2O_8^{2-}} \times \frac{C_1V_1}{V} + \lambda_{I^-} \times \frac{C_2V_2}{V} + 2\lambda_{K^+} \frac{C_1V_1}{V} + \lambda_{K^+} \frac{C_2V_2}{V} + \frac{x}{V} (2\lambda_{SO_4^{2-}} - \lambda_{S_2O_8^{2-}} - 2\lambda_{I^-})$$

أي أن

التتبع الزمني لتحول كيميائي - تصحيح التمارين

يلاحظ أن المتفاعل المحد في هذا التفاعل هو أيونات ثنائي كرومات . التعليل :
 $0,825 \text{ mmol} < 1 \text{ mmol}$

وبالتالي فإن التقدم الأقصى هو : $0,835 \cdot 10^{-3} - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = 0,835 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
أي أن

$$n(Cr^{3+})_f = 2x_{max} = 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

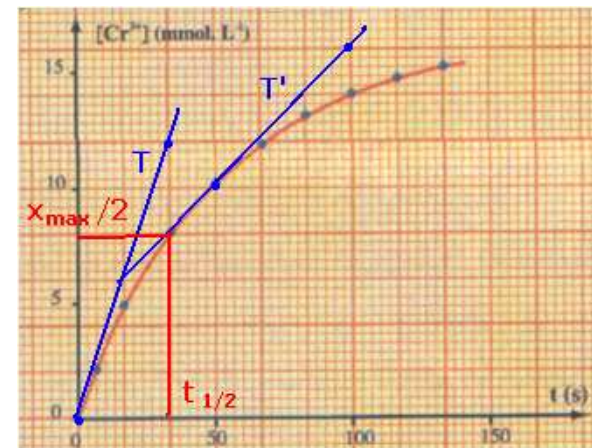
$$[Cr^{3+}]_{max} = \frac{n(Cr^{3+})_f}{V} \Rightarrow [Cr^{3+}]_{max} = 16,7 \text{ mmol} / \ell$$

وهذا التركيز هو الحد الذي تؤول إليه أيونات ثنائي الكرومات .
نستنتج زمن نصف التفاعل :

زمن نصف التفاعل هو عندما يصبح التقدم x يساوي نصف التقدم النهائي وهو يساوي في هذه الحالة التقدم الأقصى أي :

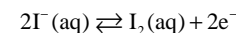
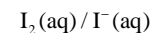
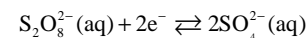
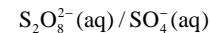
$$[Cr^{3+}]_{1/2} = \frac{[Cr^{3+}]_{max}}{2} = 8,35 \text{ mmol} / \ell.s \quad \text{يوافقها } \frac{x_{max}}{2}$$

من خلال المبيان نحصل على $t_{1/2} = 35s$



التمرين 6

1 - نصف المعادلة للمزدوجتين المتدخلتين في التفاعل :



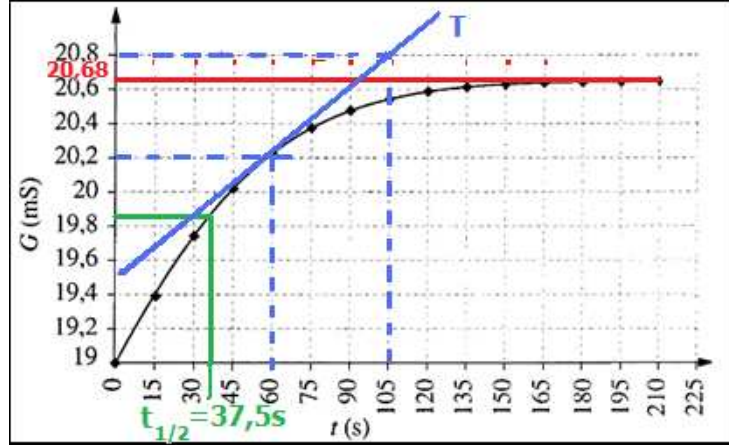
2 - نستنتج المعادلة الكيميائية للتفاعل :

التتبع الزمني لتحول كيميائي - تصحيح التمارين

نعلم أن $t_{1/2}$ توافقها $x_{1/2} = \frac{x_{\max}}{2} = 2\text{mmol}$ أي أن

$$G(t_{1/2}) = \frac{1}{V}(A + x_{1/2}B) = \frac{1}{0,1}(1,9 \times 10^{-3} + 42 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-3}) = 19,84\text{mS}$$

$$t_{1/2} = 37,5\text{s}$$



التتبع الزمني لتحول كيميائي - تصحيح التمارين

$$G = k\sigma = \frac{1}{V} \left[k(\lambda_{S_2O_8^{2-}} C_1 V_1 + \lambda_{I^-} C_2 V_2 + \lambda_{K^+} (2C_1 V_1 + C_2 V_2)) + xk(\lambda_{SO_4^-} - \lambda_{S_2O_8^{2-}} - 2\lambda_{I^-}) \right]$$

$$A = k(\lambda_{S_2O_8^{2-}} C_1 V_1 + \lambda_{I^-} C_2 V_2 + \lambda_{K^+} (2C_1 V_1 + C_2 V_2)) ; \quad B = k(\lambda_{SO_4^-} - \lambda_{S_2O_8^{2-}} - 2\lambda_{I^-})$$

$$G = \frac{1}{V}(A + Bx)$$

5 - نعطي : $A = 1,9\text{mS/L}$ و $B = 42\text{mS.L/mol}$

5 - 1 تعريف بالسرعة الحجمية للتفاعل :

$$v = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$$

بحيث أن V الحجم الكلي للخليط و x تقدم التفاعل

$$\text{نحسب } \frac{dG}{dt} = \frac{B}{V} \frac{dx}{dt} \text{ أي أن } \frac{dx}{dt} = \frac{V}{B} \frac{dG}{dt} \text{ وبالتالي فإن } v = \frac{1}{V} \times \frac{V}{B} \frac{dG}{dt} = \frac{1}{B} \frac{dG}{dt}$$

5 - 2 تحديد السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 1\text{min}$

نمثل المماس عند اللحظة $t = 1\text{min} = 60\text{s}$:

المعامل الموجه لهذا المماس هو

$$v(t = 60\text{s}) = \frac{1}{B} \left(\frac{dG}{dt} \right)_{t=1\text{min}} = \frac{1}{B} \frac{\Delta G}{\Delta t} =$$

$$v(t = 60\text{s}) = \frac{1}{B} \frac{\Delta G}{\Delta t} = \frac{1}{40} \times \frac{(20,8 - 20,2)}{105 - 60} = 0,32\text{mmol/L}$$

5 - 3 التقدم القسوي للتحويل :

كمية المادة البدئية للمتفاعلات :

$$n_0(S_2O_8^{2-}) = C_1 V_1 = 10^{-1} \times 40 \times 10^{-3} = 4\text{mmol}$$

$$n_0(I^-) = C_2 V_2 = 1,5 \times 10^{-1} \times 60 \times 10^{-3} = 9\text{mmol}$$

وبما أن $\frac{n_0(S_2O_8^{2-})}{1} < \frac{n_0(I^-)}{2}$ فإن المتفاعل المحد هو $S_2O_8^{2-}$ والتقدم الأقصى : $x_{\max} = 4\text{mmol}$

5 - 4 تحديد اللحظة التي يمكن اعتبار أن التفاعل منتها :

تحديد G_{\max} :

لدينا $G_{\max} = \frac{1}{V}(A + Bx_{\max})$ بحيث أن $A = 1,9\text{mS/L}$ و $B = 42\text{mS.L/mol}$ و $x_{\max} = 4\text{mmol}$ و

$V = 0,1\text{L}$ وبالتالي فإن :

$$G_{\max} = \frac{1}{0,1} [1,9 \times 10^{-3} + 42 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-3}] = 2,068 \times 10^{-2} \text{S} = 20,68\text{mS}$$

ومن خلال المبيان لدينا : $t > 165\text{s}$

تحديد ومن نصف التفاعل :