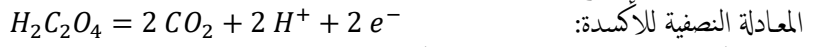
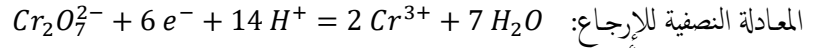
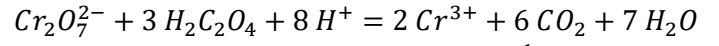


1.

1 - المعادلتان النصفيتان:



معادلة الأكسدة - ارجاع: بضرب معادلة الأكسدة في العدد 3 ، وجمع المعادلتين نجد:



2 - جدول التقدّم: كمية المادة الابتدائية:

$$n_0(H_2C_2O_4) = C_2V_2 = 0,8 \times 0,1 = 0,08 \text{ mol} , n_0(Cr_2O_7^{2-}) = C_1V_1$$

3 - لدينا من جدول التقدّم عند نهاية التفاعل:

$Cr_2O_7^{2-}$	$+ 3 H_2C_2O_4$	$+ 8 H^+$	$= 2 Cr^{3+}$	$+ 6 CO_2$	$+ 7 H_2O$
C_1V_1	0,08	بوفرة	0	0	بوفرة
$C_1V_1 - x$	$0,08 - 3x$	//	$2x$	$6x$	//
$C_1V_1 - x_m$	$0,08 - 3x_m$	//	$2x_m$	$6x_m$	//

$$n(Cr^{3+}) = 2 x_m$$

$$[Cr^{3+}] V_T = 2 x_m , \text{ ومنه}$$

$$x_m = \frac{[Cr^{3+}] V_T}{2} = \frac{100 \times 10^{-3} \times 0,2}{2}$$

$$x_m = 0,01 \text{ mol}$$

4 - قيمة التركيز المولي C_1 : لدينا من جدول التقدّم عند نهاية التفاعل:

$$n(H_2C_2O_4) = 0,08 - 3 x_m = 0,08 - 3 \times 0,01 \neq 0$$

حمض الأكراليك ليس المتفاعل المحد، وبما أنّ التفاعل تام، فإنّ المتفاعل المحد هو $Cr_2O_7^{2-}$.

$$\text{إذن } C_1V_1 - x_m = 0 , C_1 = \frac{x_m}{V_1} = \frac{0,01}{0,1} = 0,1 \text{ mol/L} , \text{ ومنه}$$

$$(1) [H_2C_2O_4] V_T = 0,08 - 3 x$$

$$(2) [Cr^{3+}] V_T = 2 x$$

$$\text{من العلاقة (2): } x = \frac{[Cr^{3+}] V_T}{2} , \text{ وبالتعويض في العلاقة (1): } [H_2C_2O_4] V_T = 0,08 - 3 \times \frac{[Cr^{3+}] V_T}{2}$$

$$[H_2C_2O_4] = \frac{0,08}{0,2} - 3 \times \frac{87,5 \times 10^{-3}}{2} \approx 0,27 \text{ mol/L}$$

$$6 - \text{لدينا سابقا } [Cr^{3+}] V_T = 2 x , \text{ حيث عندما } x = x_m , \text{ فإن } [Cr^{3+}] = [Cr^{3+}]_m , \text{ أي } x_m = \frac{[Cr^{3+}]_m \times V_T}{2}$$

نعوض في العلاقة (2) بـ $\frac{x_m}{2}$ لكي نجد التركيز المولي لحمض الأكراليك عند اللحظة $t = t_{1/2}$

$$[Cr^{3+}] = 2 \times \frac{[Cr^{3+}]_m}{4} = \frac{[Cr^{3+}]_m}{2} . \text{ نحدّد على البيان } \frac{[Cr^{3+}]_m}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ mmol/L} , \text{ وهذا يوافق } t_{1/2} = 10 \text{ mn} .$$

7 - السرعة الحجمية للتفاعل هي مقدار تغيّر التقدّم في وحدة الزمن في لتر من المزيج المتفاعل.

$$(3) v_v = \frac{1}{V_T} \times \frac{dx}{dt} \text{ هي عبارة السرعة الحجمية للتفاعل}$$

$$\text{لدينا من جدول التقدّم } [Cr^{3+}] V_T = 2 x , \text{ وباشتقاق الطرفين بالنسبة للزمن: } V_T \frac{d[Cr^{3+}]}{dt} = 2 \frac{dx}{dt} , \text{ ومنه } \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{2} \times \frac{d[Cr^{3+}]}{dt}$$

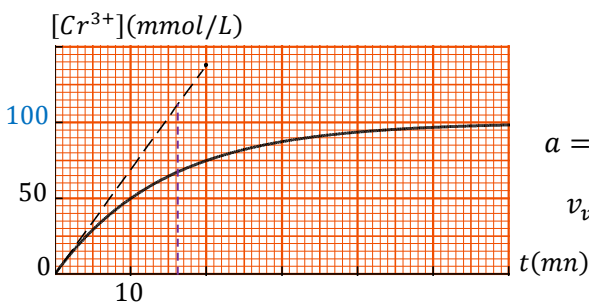
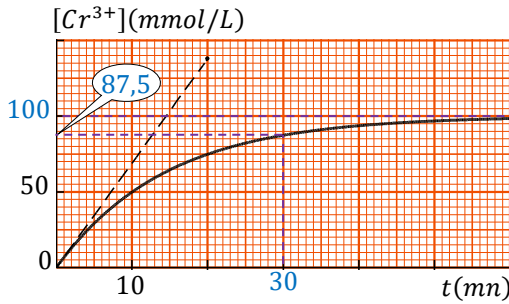
$$(4) v_v = \frac{1}{2} \times \frac{d[Cr^{3+}]}{dt} \text{ أي}$$

8 - عند اللحظة $t_0 = 0$

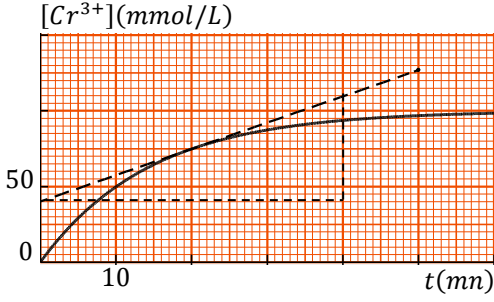
$$a = \frac{d[Cr^{3+}]}{dt} = \frac{2,2 \times 50 \times 10^{-3}}{1,6 \times 10} = 6,87 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} . \text{mn}^{-1} \text{ هو ميل المماس هو}$$

$$\text{بالتعويض في العلاقة (4): } v_v = \frac{1}{2} \times 6,87 \times 10^{-3} = 3,43 \text{ mmol.L}^{-1} . \text{mn}^{-1}$$

كتابة الثنائية $CO_2, H_2O/H_2C_2O_4$ بهذا الشكل معناه $CO_2(aq)/H_2C_2O_4$ ، أي أنّ غاز ثنائي أكسيد الكربون منحلّ في الماء. ومن أجل الكتابتين لدينا نفس المعادلة النصفية.



عند اللحظة $t_1 = 20 \text{ mn}$



$$a = \frac{d[Cr^{3+}]}{dt} = \frac{1,4 \times 50 \times 10^{-3}}{40} = 1,75 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{mn}^{-1}$$

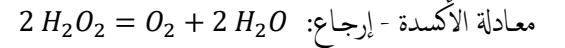
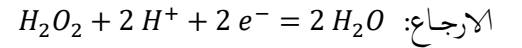
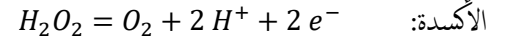
بالتعويض في العلاقة (4):

$$v_p = \frac{1}{2} \times 1,75 \times 10^{-3} = 0,87 \text{ mmol.L}^{-1} \cdot \text{mn}^{-1}$$

إنّ التراكيز الابتدائية للمتفاعلات عامل حركي، وبما أن تركيزي البيكرومات وحمض الاكزاليك يتناقصان أثناء التفاعل، فإنّ سرعة التفاعل تتناقص.

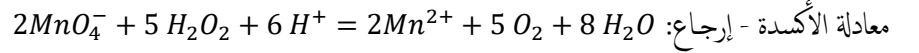
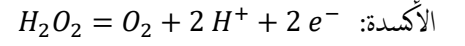
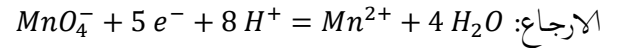
2.

1 - المعادلتان النصفيتان:



2 - جدول التقدّم: الحجم V هو حجم الماء الأكسجيني في أنبوب واحد.

3 - معادلة تفاعل المعايرة:



- 4

1-4 - المقصود بالعبارة: نأخذ حجما من الماء الأكسجيني V_0 ونضيف له حجما من الماء المقطر قدره $V_e = 9 V_0$ ، ثم نقوم بالترج.

2-4 - لكي نحدد السلم يجب أن نحسب التركيز المولي الابتدائي للمحلول S ، حيث لدينا $C_0 = \frac{10 P d}{M}$ ، ولدينا كذلك كثافة الماء الأكسجيني

هي حاصل قسمة الكتلة الحجمية له على الكتلة الحجمية للماء $d = \frac{\rho}{\rho_e} = \frac{1,02}{1} = 1,02$ ، وبالتالي $C_0 = \frac{10 \times 3 \times 1,02}{34} = 0,9 \text{ mol/L}$

وبما أن معامل التخفيف هو $F = 10$ ، فإنّ $C = \frac{C_0}{10} = 0,09 \text{ mol/L} = 90 \text{ mmol/L}$

السلم هو إذن: $1 \text{ cm} \rightarrow 30 \text{ mmol/L}$

3-4 - لدينا من معادلة تفاعل المعايرة عند التكافؤ $\frac{n(MnO_4^-)}{2} = \frac{n(H_2O_2)}{5}$ أي،

$$V = \frac{V_S}{10} = \frac{200}{10} = 20 \text{ mL} \quad \text{حيث } \frac{[MnO_4^-] V_E}{2} = \frac{C V}{5} \quad \text{(لدينا 10 أنابيب).}$$

$$V_E = \frac{2}{5} \times \frac{C V}{[MnO_4^-]} = \frac{0,4 \times 0,09 \times 20}{0,02} = 36 \text{ mL} \quad \text{حجم التكافؤ هو}$$

5- لدينا من جدول التقدّم للتفكك الذاتي للماء الأكسجيني عند نهاية التفاعل: $CV - 2 x_m = 0$ ، ومنه

$$V(O_2)_m = x_m \times V_M \quad \text{ولدينا } V = 1 \text{ L} \quad \text{مع العلم أن } x_m = \frac{C}{2}$$

$$V(O_2)_m = \frac{C}{2} \times V_M = \frac{0,9}{2} \times 22,4 \approx 10 \text{ L}$$

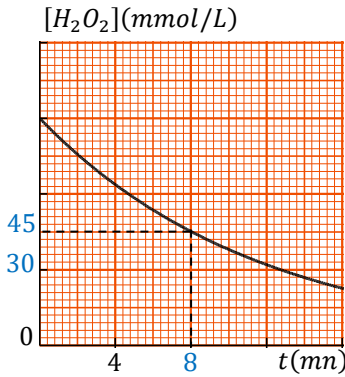
6- لدينا من جدول التقدّم $n(H_2O_2) = CV - 2 x$ ، أي $[H_2O_2] V = CV - 2 x$ ، ومنه $[H_2O_2] = C - \frac{2}{V} x$ (1)

$$\text{ونعلم أن: } x = \frac{V(O_2)}{V_M} = \frac{10 \times 10^{-3}}{22,4} = 4,46 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$[H_2O_2] = 0,09 - \frac{2}{20 \times 10^{-3}} \times 4,46 \times 10^{-4} = 0,045 \text{ mol/L} = 45 \text{ mmol/L}$$

وهذا يوافق على البيان اللحظة $t = 8 \text{ mn}$.

$2 H_2O_2 = O_2 + 2 H_2O$		
CV	0	بوفرة
$CV - 2x$	x	//
$CV - 2x_m$	x_m	//



7- لدينا $[H_2O_2] = C - \frac{2}{V} x$ ، وعند نهاية التفاعل ، حيث $x = x_m$ ، يكون $[H_2O_2] = 0$ ، ومنه $x_m = \frac{CV}{2}$.
نعوض في العلاقة (1) التقدّم x بـ $\frac{x_m}{2}$ لكي نجد التركيز المولي للماء الأكسجيني عند زمن نصف التفاعل: $[H_2O_2] = C - \frac{2}{V} \times \frac{CV}{4} = \frac{C}{2}$
وهذا يوافق على البيان $t_{1/2} = 8 \text{ mn}$

8- السرعة الحجمية للتفاعل هي $v_v = \frac{1}{V} \times \frac{dx}{dt}$ (2)

نشتق بالنسبة للزمن طرفي العلاقة (1): $\frac{d[H_2O_2]}{dt} = -\frac{2}{V} \times \frac{dx}{dt}$ ، وحسب عبارة السرعة الحجمية في العلاقة (2)، فإنّ $\frac{d[H_2O_2]}{dt} = -2 v_v$

ومنّه $v_v = -\frac{1}{2} \times \frac{d[H_2O_2]}{dt}$

ميل المماس هو $a = \frac{d[H_2O_2]}{dt} = -\frac{90 \times 10^{-3}}{2,9 \times 4} = -7,76 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{mn}^{-1}$

وبالتالي السرعة الحجمية للتفاعل هي $v_v = -\frac{1}{2} \times (-7,76 \times 10^{-3})$

$v_v \approx 3,9 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{mn}^{-1}$

3

1- المعادلتان النصفيتان: الأكسدة $\leftarrow 2 I^- = I_2 + 2 e^-$ ، الإرجاع $\leftarrow H_2O_2 + 2 H^+ + 2 e^- = 2 H_2O$

معادلة الأكسدة - إرجاع: $2 I^- + H_2O_2 + 2 H^+ = I_2 + 2 H_2O$

2- جدول التقدّم:

كمية المادة الابتدائية في المزيج: $n_0(I^-) = C_1 V_1 = 0,8 \times 0,2 = 0,16 \text{ mol}$

$n_0(H_2O_2) = C_2 V_2 = 0,2 \times 0,2 = 0,04 \text{ mol}$

كمية المادة في كل أنبوب: $n'_0(I^-) = \frac{0,16}{10} = 1,6 \times 10^{-2} \text{ mol}$ و $n'_0(H_2O_2) = \frac{0,04}{10} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol}$

$2 I^-$	+	H_2O_2	+	$2 H^+$	=	I_2	+	$2 H_2O$
$1,6 \times 10^{-2}$		4×10^{-3}		بوفرة		0		بوفرة
$1,6 \times 10^{-2} - 2x$		$4 \times 10^{-3} - x$		//		x		//
$1,6 \times 10^{-2} - 2x_m$		$4 \times 10^{-3} - x_m$		//		x_m		//

3- معادلة تفاعل المعايرة:

الأكسدة: $I_2 + 2 e^- = 2 I^-$

الإرجاع: $2 S_2 O_3^{2-} = S_4 O_6^{2-} + 2 e^-$

الأكسدة - إرجاع: $2 S_2 O_3^{2-} + I_2 = S_4 O_6^{2-} + 2 I^-$

4- نبرّد المزيج من أجل إيقاف تطوّر التفاعل من أجل التمكن من معايرة كمية ثنائي اليود كما كانت لحظة استخراج الأنبوب من الحمام المائي.

الشروط هي أن يكون تفاعل المعايرة سريعاً وتاماً ووحيداً.

5- العلاقة بين V_E والتقدّم: لدينا من معادلة تفاعل المعايرة عند التكافؤ $n(I_2) = \frac{1}{2} n(S_2 O_3^{2-})$ ، ولدينا من جدول التقدّم $n(I_2) = x$

وبالتالي $x = \frac{1}{2} C r V_E$

ملء الجدول: لدينا $V_E = 0,1$ ، $x = \frac{1}{2} \times 0,2 V_E = 0,1 V_E$

6- زمن نصف التفاعل:

لدينا من الجدول المقابل: $\frac{x_m}{2} = 2 \text{ mmol}$

وبالتالي $t_{1/2} = 5 \text{ mn}$

نحدّد زمن نصف التفاعل كذلك من حجم

التكافؤ، حيث $t_{1/2}$ يوافق $V_E = \frac{V_E(m)}{2}$

وبالتالي $V_E = \frac{40}{2} = 20 \text{ mL}$ ، $t_{1/2} = 5 \text{ mn}$

7- لدينا من الجدول المعطى: عند $t = 10 \text{ mn}$ يكون التقدّم $x = 3 \times 10^{-3} \text{ mol}$

لدينا من جدول التقدّم: $x = 4 \times 10^{-3} - n(H_2O_2)$ ، أي $[H_2O_2]V_T = 4 \times 10^{-3} - x$ ، حيث $V_T = \frac{400}{10} = 40 \text{ mL}$

$$[H_2O_2] = \frac{4 \times 10^{-3} - 3 \times 10^{-3}}{40 \times 10^{-3}} = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

8- التمثيل البياني للتقدّم بدلالة الزمن: (الشكل)

السرعة الحجمية للتفاعل هي $v_v = \frac{1}{V} \times \frac{dx}{dt}$

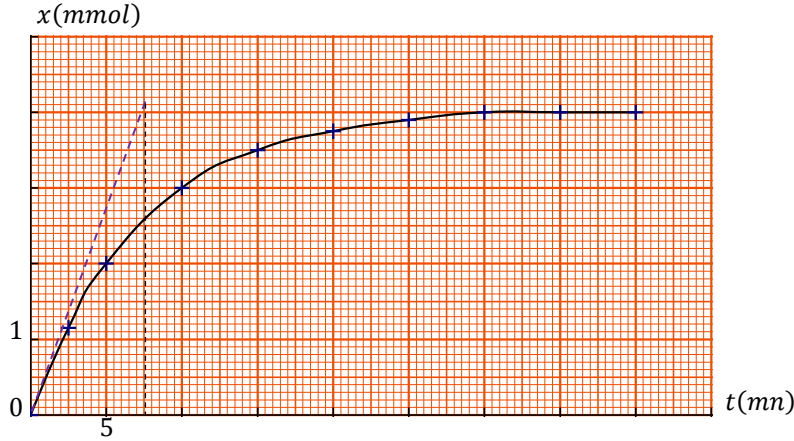
السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$:

$$a = \frac{dx}{dt} = \frac{4,1 \times 10^{-3}}{1,5 \times 5}$$

$$a = 5,46 \times 10^{-4} \text{ mol. mn}^{-1}$$

$$v_v = \frac{1}{0,04} \times 5,46 \times 10^{-4}$$

$$v_v = 1,36 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}. \text{mn}^{-1}$$



هذه التمارين يؤلفها الأستاذ قزوري، وطريقة طرحها تساير طريقة طرح
مواضيع البكالوريا ابتداء من دورة 2023.
يُمنع منعاً باتاً استعمالها لأغراض تجارية.

