



## المستوى الثالثة رياضي ، تقني رياضي و علوم تجريبية (AS 3) أكتوبر 2023

## الفرض الأول للفصل الأول في مادة العلوم الفيزيائية المدة: 1 ساعة

التمرين :

في وسط حمضي تتفاعل شوارد البرمنغنات  $MnO_4^-$  مع حمض الأوكساليك  $C_2H_2O_4$  وفق تفاعل نعتبره كليا .

نحضر في كأس محلول  $S_1$  لحمض الأوكساليك حجمه  $V_1=50ml$  وتركيزه  $C_1=5.10^{-1}mol.L^{-1}$  ، و نحضر في كأس آخر محلول  $S_2$  لبرمنغنات البوتاسيوم  $(K^+ + MnO_4^-)$  المحمض حجمه  $V_2=50ml$  وتركيزه  $C_2=10^{-1}mol.L^{-1}$  .

عند مزج المحلولين في إناء التفاعل ، نلاحظ صعود تدريجي لغاز يعكر ماء الجير و إختفاء اللون البنفسجي لشوارد البرمنغنات .

يعطى : الثنائيات :  $CO_2/H_2C_2O_4$  و  $MnO_4^- / Mn^{2+}$  .

1/ هل هذا التفاعل بطيء أم سريع ؟ علّل إجابتك .

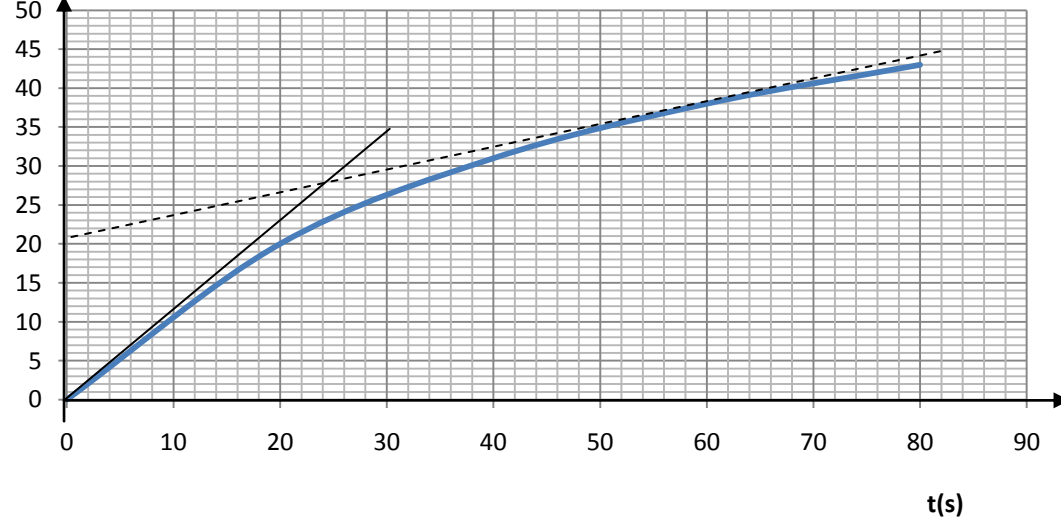
2/ عرّف الجسم المؤكسد و الجسم المرجع .

3/ أكتب المعادلات النصفية الإلكترونية للأوكسدة و الإرجاع ، ثم اكتب معادلة التفاعل الحاصل .

4/ انجز جدول تقدم التفاعل و حدّد قيمة التقدم الأعظمي للتفاعل  $X_{max}$  .

5/ أوجد العلاقة بين تقدم التفاعل  $X$  و  $[Mn^{2+}]$  ( تركيز شوارد  $Mn^{2+}$  ) .

$[Mn^{2+}] (mmol.L^{-1})$



6/ نتابع تراكيز شوارد  $Mn^{2+}$

النتيجة فنحصل على المنحنى

الممثل :

6-1/ عرف زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  .

6-2/ أثبت العلاقة :

$$[Mn^{2+}]_{t_{1/2}} = \frac{[Mn^{2+}]_{max}}{2}$$

ثم أوجد قيمة  $t_{1/2}$  .

6-3/ عرّف السرعة الحجمية للتفاعل

6-4/ أكتب علاقة السرعة الحجمية للتفاعل بدلالة  $[Mn^{2+}]$  .

6-5/ عين قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظتين  $t=0s$  و  $t=60s$  . ماذا تلاحظ وما هو تفسيرك المجهرى؟

7/ هل يمكن المتابعة الزمنية للتحويل السابق بطريقة أخرى ؟. أذكر هذه الطريقة ، ثم بيّن أن علاقة السرعة الحجمية للتفاعل تكتب بالشكل التالي:

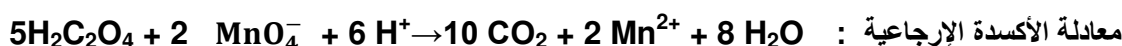
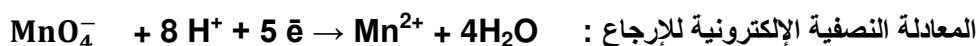
$$V = \frac{1}{10V_s.V_m} \cdot \frac{dVCO_2}{dt} \quad , \quad \text{حيث: } V_s \text{ (حجم الخليط التفاعلي) } , V_m \text{ (الحجم المولي لغاز } CO_2 \text{) } , V_{CO_2} \text{ (حجم غاز } CO_2 \text{ المتشكل) .}$$

## التصحيح النموذجي

1/ التفاعل بطيء لأنه التفاعل يستغرق مدة زمنية قدرها الثواني

2/ الجسم المؤكسد هي كل الأفراد الكيميائية التي لها القدرة على إكتساب إلكترون أو أكثر.

الجسم المرجع هي كل الأفراد الكيميائية التي لها القدرة على فقدان على الأقل إلكترون.



4/ تمثيل جدول تقدم التفاعل :

| المعادلة الكيميائية |              | $5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ \rightarrow 10\text{CO}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$ |                                             |   |                  |                 |   |
|---------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---|------------------|-----------------|---|
| الحالات             | التقدم (mol) | كمية المادة ب mol                                                                                                                   |                                             |   |                  |                 |   |
| .t=0                | 0            | $\text{C}_1 \cdot \text{V}_1$                                                                                                       | $\text{C}_2 \cdot \text{V}_2$               | + | 0                | 0               | + |
| .t>0                | $\text{X}_t$ | $\text{C}_1 \cdot \text{V}_1 - 5\text{X}$                                                                                           | $\text{C}_2 \cdot \text{V}_2 - 2\text{X}$   | + | 10X              | 2X              | + |
| .t <sub>f</sub>     | $\text{X}_f$ | $\text{C}_1 \cdot \text{V}_1 - 5\text{X}_f$                                                                                         | $\text{C}_2 \cdot \text{V}_2 - 2\text{X}_f$ | + | 10X <sub>f</sub> | 2X <sub>f</sub> | + |

|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>أو : <math>\text{C}_2\text{V}_2 - 2\text{X}_{\text{max}} = 0</math></p> <p><math>\text{X}_{\text{max}} = \frac{\text{C}_2\text{V}_2}{2} = \frac{10^{-1}}{2} 50 \cdot 10^{-3}</math></p> <p><math>\text{X}_{\text{max}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}</math></p> | <p>• تحديد قيمة التقدم الأعظمي <math>\text{X}_{\text{max}}</math> : إما : <math>\text{C}_1\text{V}_1 - 5\text{X}_{\text{max}} = 0</math></p> <p><math>\text{X}_{\text{max}} = \frac{\text{C}_1\text{V}_1}{5} = \frac{5 \cdot 10^{-1}}{5} 50 \cdot 10^{-3}</math></p> <p><math>\text{X}_{\text{max}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}</math></p> <p>علما أن التفاعل تام إذن :</p> <p style="text-align: center;"><math>\text{X}_{\text{max}} = \text{X}_f</math></p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

و منه  $\text{X}_{\text{max}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  و بالتالي المفاعل المحّد هو :  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

5/ العلاقة بين  $\text{X}$  و  $[\text{Mn}^{2+}]$  : من جدول تقدم التفاعل  $n(\text{Mn}^{2+}) = 2\text{X}$  إذن  $(\text{V}_1 + \text{V}_2) \cdot [\text{Mn}^{2+}] = 2\text{X}$  و منه  $[\text{Mn}^{2+}] = \frac{2\text{X}}{\text{V}_1 + \text{V}_2}$

6/ 1- تعريف زمن نصف التفاعل هو الزمن اللازم لبلوغ التفاعل إلى نصف تقدمه النهائي . أي  $\text{X}_{t1/2} = \frac{\text{X}_f}{2}$

2-6/ إثبات العلاقة :

و منه  $[\text{Mn}^{2+}]_f = \frac{2\text{X}_f}{\text{V}_1 + \text{V}_2}$  و  $[\text{Mn}^{2+}]_{t1/2} = \frac{2\text{X}_f}{2(\text{V}_1 + \text{V}_2)}$  إذا  $[\text{Mn}^{2+}]_{t1/2} = \frac{1}{2} [\text{Mn}^{2+}]_f$

إيجاد قيمة  $t_{1/2}$  :  $[\text{Mn}^{2+}]_{t1/2} = \frac{2\text{X}_f}{2(\text{V}_1 + \text{V}_2)} = \frac{2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}}{2(50 + 50) \cdot 10^{-3}} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L} = 25 \text{ mmol/L}$

نعين هذه النقطة على محور الترتيب و عن طريق الإسقاط نجد :  $t_{1/2} = 27 \text{ S}$  .

3-6/ تعريف السرعة الحجمية للتفاعل : هو مقدار تغير كمية المادة بالنسبة للزمن في وحدة الحجم .  
$$\vartheta_{\text{vol}} = \frac{1}{V} \cdot \frac{dX}{dt}$$

4-6/ من العلاقة السابقة :  $[Mn^{2+}] = \frac{2X}{V_1+V_2}$  و منه  $X = \frac{[Mn^{2+}]}{2} \cdot (V_1 + V_2)$  نعوض في علاقة السرعة الحجمية للتفاعل ،

فنحصل : 
$$\vartheta_{\text{vol}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{d[Mn^{2+}]}{dt}$$

5-6/ 
$$\vartheta_{60\text{vol}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{38,5-21}{60-0} = 0,145\text{mmol/L.S}$$
 و 
$$\vartheta_{0\text{vol}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{23-0}{20-0} = 0,575\text{mmol/L.S}$$

نلاحظ أن سرعة التفاعل الحجمية تكون أعظمية عند  $t=0$  ، ثم تبدأ بالتناقص و هذا راجع لنقصان التصادمات الفعالة .

7/ يمكن متابعة التحول الكيميائي بطرق أخرى وهي : المتابعة الزمنية عن طريق قياس الناقلية لأن المحلول يحتوي على شوارد .

كذلك يمكن المتابعة الزمنية عن طريق الحجم و الضغط لأن التفاعل ينتج غاز.

إثبات العلاقة : من جدول تقدم التفاعل  $n(\text{CO}_2)=10 X = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m}$  و منه  $X = \frac{V(\text{CO}_2)}{10V_m}$

$$\vartheta_{\text{vol}} = \frac{1}{V_s} \cdot \frac{dX}{dt} = \frac{1}{V_s} \cdot \frac{1}{10V_m} \cdot \frac{dV(\text{CO}_2)}{dt}$$
 و هو المطلوب.