

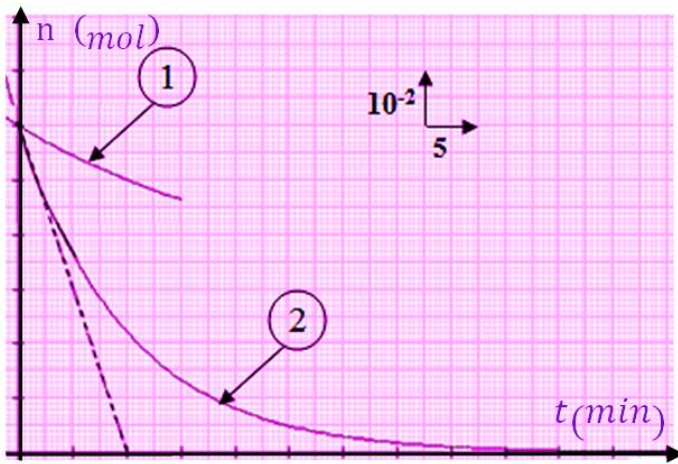


### التمرين (01):

- ب/ أوجد التركيز المولي لمحلول حمض الأوكساليك  $C_2$ .  
4. أوجد حجم غاز الـ  $CO_2$  المنطلق عند  $t = 20 \text{ min}$  في الشروط النظامية.  
5. أحسب السرعة الحجمية للتفاعل عند  $t = 20 \text{ min}$   
يُعطى الحجم المولي:  $V_M = 22,4 \text{ L/mol}$

### التمرين (03):

- نمزج في اللحظة  $t_0 = 0$  حجمًا  $V_1 = 100 \text{ mL}$  من محلول يود البوتاسيوم  $(K^+_{(aq)}/I^-_{(aq)})$  تركيزه  $C_1$  مع  $V_2$  من الماء الأكسجيني  $H_2O_2$  تركيزه المولي  $C_2 = 0,03 \text{ mol/L}$ . متابعة تغيرات كمية مادة المتفاعلات  $n_t(I^-)$  و  $n_t(H_2O_2)$  في الوسط التفاعلي في لحظات زمنية مختلفة، مكنتنا من الحصول على المنحنى التالي:

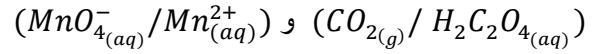


- أكتب معادلة التفاعل النمذج للتحويل الكيميائي الحاصل. علمًا أن الشائيتين (Ox/Red) الداخلتان في التفاعل هما:  
 $(H_2O_2(aq) / H_2O(l))$  و  $(I_2(aq) / I^-_{(aq)})$
- أنشئ جدول تقدم التفاعل السابق.
- اعتمادًا على البيان وجدول تقدم التفاعل:  
أ/ حدّد المتفاعل المُحد.  
ب/ أنسب لكل منحنى البيان الموافق.  
ج/ أحسب كل من  $C_1$  و  $V_2$ .  
د/ أكمل رسم البيان 1.
- أ/ عرف السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة  $t$ .  
ب/ بين أن عبارتها تكتب بالشكل:  $v_{vol} = -\frac{1}{2V} \frac{d(I^-)}{dt}$   
ثم أحسب قيمتها في اللحظة  $t_0 = 0$ .  
ج/ عرف زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  وأحسب قيمته.  
د/ حدد تركيز الأنواع الكيميائية عند اللحظة  $t_1 = 15 \text{ min}$ .

### نظم وقتك

- تذكر أن أحسن طريقة لاستغلال الوقت أن تبدأ الآن !!
- حدد أولويات الدراسة وفق الوقت المتاح.
- ضع جدولًا يوميًا - أسبوعيًا لتنظيم الوقت والأولويات.
- تنظيم الوقت: رغبة + إرادة + ممارسة + جهد = متعة

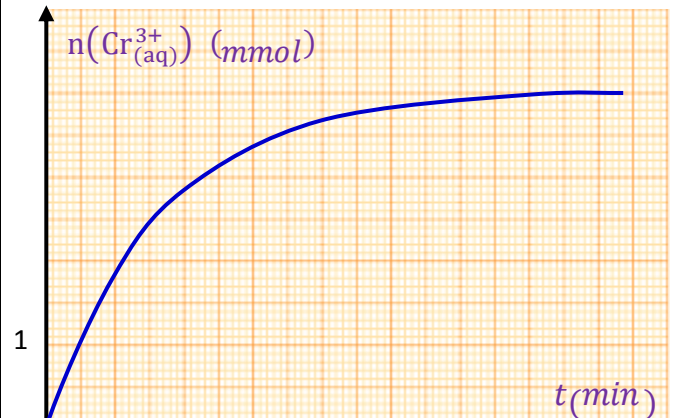
- في اللحظة  $t = 0$  نَمزج حجمًا قدره  $V_1 = 20 \text{ mL}$  من محلول فوق المنغناات تركيزه المولي  $C_1 = 0,01 \text{ mol/L}$  وحجمًا  $V_2 = 20 \text{ mL}$  من حمض الأوكساليك تركيزه المولي  $C_2 = 0,1 \text{ mol/L}$  ونُضيف حجمًا  $5 \text{ mL}$  من حمض الكبريت.  
1. أ/ أكتب المعادلتين النصفيتين ثم استنتج معادلة التفاعل، تُعطى الثنائيات:



- ب/ أحسب كميات المادة الابتدائية للمتفاعلات.  
2. أ/ أنشئ جدول تقدم التفاعل، ثم حدّد المتفاعل المُحد.  
ب/ ماهو تركيز شوارد المنغنيز  $Mn^{2+}$  في نهاية التفاعل؟  
3. حدّد الطرق المُمكنة لمتابعة تطور التحويل السابق.

### التمرين (02):

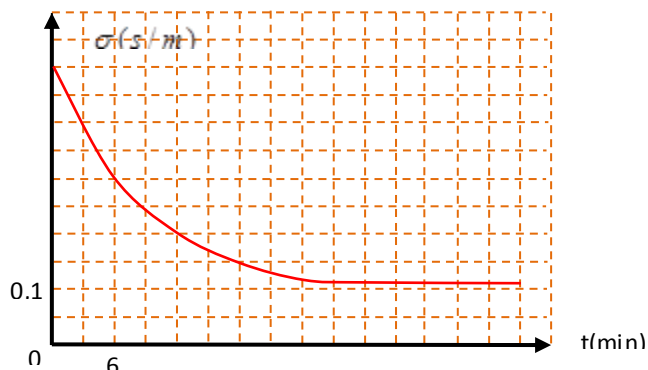
- لدراسة تطور حركية التحويل بين شوارد البيكرومات  $Cr_2O_7^{2-}_{(aq)}$  و محلول حمض الأوكساليك  $H_2C_2O_{4(aq)}$ .  
نَمزج في اللحظة  $t = 0 \text{ s}$  حجمًا  $V_1 = 40 \text{ mL}$  من محلول بيكرومات البوتاسيوم  $(2K^+_{(aq)}/Cr_2O_7^{2-}_{(aq)})$  تركيزه المولي  $C_1 = 0,02 \text{ mol/L}$  مع حجم  $V_2 = 60 \text{ mL}$  من محلول حمض الأوكساليك تركيزه المولي مجهول  $C_2$ .  
1. إذا كانت الشائيتان المشاركتان في التفاعل هما:  
 $(Cr_2O_7^{2-}_{(aq)} / Cr^{3+}_{(aq)})$  و  $(CO_{2(g)} / H_2C_2O_{4(aq)})$   
أ/ أكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل النمذج للتحويل الحادث.  
ب/ أنشئ جدول لتقدم التفاعل.  
2. يمثل (الشكل 1) المنحنى البياني لتطور كمية مادة  $Cr^{3+}_{(aq)}$  بدلالة الزمن. أوجد من البيان:



- أ/ التّقدم النهائي للتفاعل  $x_f$ .  
ب/ زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ .  
ج/ سرعة تشكل شوارد  $Cr^{3+}_{(aq)}$  في اللحظة  $t = 20 \text{ min}$ .  
3. أ/ باعتبار التفاعل تام عيّن المتفاعل المُحد.



فنتحصل على البيان الموضح في الشكل المقابل:



- أحسب كميات المادة لمختلف الأنواع الكيميائية في اللحظة  $t = 0$ .
- أنشئ جدول لتقدم التفاعل.
- لماذا يمكن متابعة هذا التحول عن طريق قياس الناقلية وما هي الأنواع المسؤولة عن تطور الناقلية في المزيج؟
- أكتب عبارة الناقلية النوعية للمزيج.
- بين أن:  $\sigma(t) = -1,01 \times 10^4 x + 0,511$
- أوجد كمية المادة للفردين الكيميائيين  $Al_{(aq)}^{3+}$  و  $H_3O_{(aq)}^+$  عند اللحظة  $t = 6 \text{ min}$ .
- بين أن سرعة التفاعل في هذه الحالة تعطى بالعلاقة:

$$v_t = \frac{1}{1,01 \times 10^4} \left| \frac{d\sigma(t)}{dt} \right|$$

- أحسب قيمة سرعة التفاعل عند اللحظة  $t = 6 \text{ min}$ .
- استنتج قيمة السرعة الحجمية لتشكيل  $Al_{(aq)}^{3+}$  عند اللحظة  $t = 6 \text{ min}$ .
- تُعطى عند الدرجة  $25^\circ C$ :

$$\lambda(H_3O^+) = 35 \times 10^{-3} \text{ s.m}^2 / \text{mol}$$

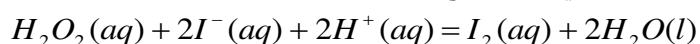
$$\lambda(Cl^-) = 7,6 \times 10^{-3} \text{ s.m}^2 / \text{mol}$$

$$\lambda(Al^{3+}) = 4 \times 10^{-3} \text{ s.m}^2 / \text{mol}$$

$$M(Al) = 27 \text{ g} / \text{mol}$$

### التمرين (06):

لدراسة حركية التفاعل الكيميائي البطيء والتأم بين الماء الأكسجيني  $H_2O_{2(aq)}$  ومحلل يود البوتاسيوم  $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$  في وسط حمضي و النمذج بالمعادلة:



مزجنا في بيشر عند اللحظة  $t = 0$  ودرجة حرارة  $25^\circ C$ ، حمزا  $V_1 = 100 \text{ mL}$  من محلول الماء الأكسجيني تركيزه المولي  $C_1 = 4,5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  مع حجم  $V_2 = 100 \text{ mL}$  من محلول يود البوتاسيوم تركيزه المولي  $C_2 = 6,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  و بضع قطرات من محلول حمض الكبريت المركز  $(2H_3O^+ + SO_4^{2-})$ .

### التمرين (04):

نضع في كأس بيشر حمزا  $V = 100 \text{ mL}$  من محلول حمض الأزوت  $(H^+ + NO_3^-)$  تركيزه المولي  $C = 1 \text{ mol/L}$  نضيف له كتلة  $m = 19,2 \text{ g}$  من النحاس  $(Cu)$ .

1. علمًا أن الثنائيتين  $(Ox/Red)$  الداخلتان في التفاعل هما:



أ/ أكتب معادلة الأكسدة الارجاعية.

ب/ أنشئ جدول تقدم التفاعل.

ج/ هل المزيج الابتدائي في شروط ستوكيومترية؟

د/ حدّد المتفاعل المُحد.

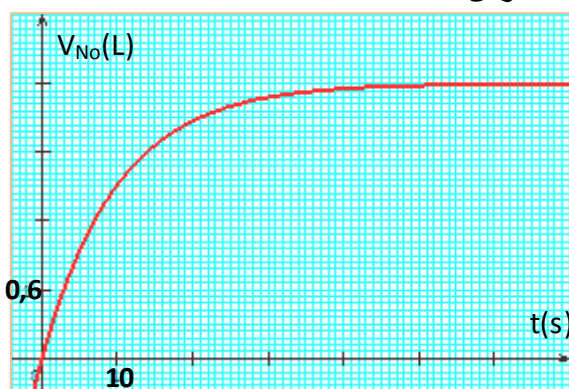
2. علمًا أن التجربة أجريت في درجة الحرارة  $25^\circ C$  وتحت الضغط  $P = 10^5 \text{ Pa}$

أ/ بين أن الحجم المولي للغازات في شروط التجربة هو

$$V_M = 24 \text{ L/mol}$$

ب/ أوجد العلاقة بين التقدم  $x$  و حجم غاز أكسيد الأزوت  $V_{NO}$  المنطلق.

3. يعطي الشكل المرافق تغير حجم غاز أكسيد الأزوت  $V_{NO}$  بدلالة الزمن.



أ/ عرف سرعة التفاعل واحسب قيمتها في اللحظة  $t = 20 \text{ s}$ .

ب/ كيف تتطور سرعة التفاعل مع مرور الزمن؟ غلّ.

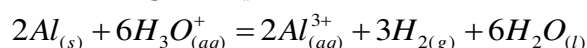
ج/ عين زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ .

د/ حدّد التركيب المولي للمزيج عند اللحظة  $t = 20 \text{ s}$ .

تُعطى:  $R = 8,314 \text{ (SI)}$ ;  $M(Cu) = 64 \text{ g/mol}$

### التمرين (05):

لغرض المتابعة الزمنية لتحول كيميائي النمذج بالمعادلة:



عن طريق قياس الناقلية النوعية عند درجة الحرارة  $25^\circ C$  نضع

حجم  $V = 20 \text{ mL}$  من محلول كلور الماء  $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$

تركيزه  $C = 0,012 \text{ mol/L}$  ونضيف عند اللحظة  $t = 0 \text{ s}$  كتلة

$m = 27 \text{ mg}$  من الألمنيوم  $(Al)$  نتابع تغيرات الناقلية النوعية  $\sigma$

بدلالة الزمن  $t$ .



متابعة هذا التفاعل نأخذ خلال أزمنة مختلفة  $t$  حجم  $V_p = 10\text{mL}$  من المزيج ثم نعاير كمية شوارد برمنغنات المتبقية  $\text{MnO}_4^-$  بواسطة محلول كبريتات الحديد الثنائي، ذي التركيز  $C = 0,25 \text{ mol/L}$ .  
1. مثل جدول تقدم التفاعل

• هل المزيج الابتدائي ستوكيومري؟

- بين أنه في أي لحظة  $t$ :  $[\text{CO}_2] = 0,15 - 5 [\text{MnO}_4^-]$
- أكتب معادلة تفاعل المعايرة، وماهي خصائص هذا التفاعل؟
- عرف نقطة التكافؤ ثم استنتج عبارة حجم محلول كبريتات الحديد الثنائي المضاف عند التكافؤ  $V_E$  بدلالة  $C$ ،  $V_p$  و  $[\text{MnO}_4^-]$ .
- أكمل جدول القياسات التالي:

|                                                 |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $t \text{ (s)}$                                 | 0   | 30  | 60  | 90  | 120 | 150 | 210 |
| $V_E \text{ (mL)}$                              | 6,0 | 4,8 | 3,8 | 3,0 | 2,4 | 2,0 | 1,2 |
| $[\text{MnO}_4^-] \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ |     |     |     |     |     |     |     |

6. أرسم المنحنى  $[\text{MnO}_4^-] = f(t)$ .

- أحسب السرعة الحجمية لتشكل  $\text{CO}_2$  عند اللحظة  $t = 90\text{s}$ .
- عرف ثم حدد زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ .
- يعطى:  $(\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+})$  و  $(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+})$

### التمرين (08):

يُعرف محلول بيروكسيد الهيدروجين بالماء الأكسجيني، الذي يستعمل في تطهير الجروح وتنظيف العدسات اللاصقة وكذلك التبييض. يتفكك الماء الأكسجيني وفق التفاعل المنمذج بالمعادلة الكيميائية التالية:

$$2\text{H}_2\text{O}_{2(aq)} = 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{O}_{2(g)}$$

- اقترح الأستاذ على التلاميذ في حصة الأعمال التطبيقية دراسة حركية التحول السابق.

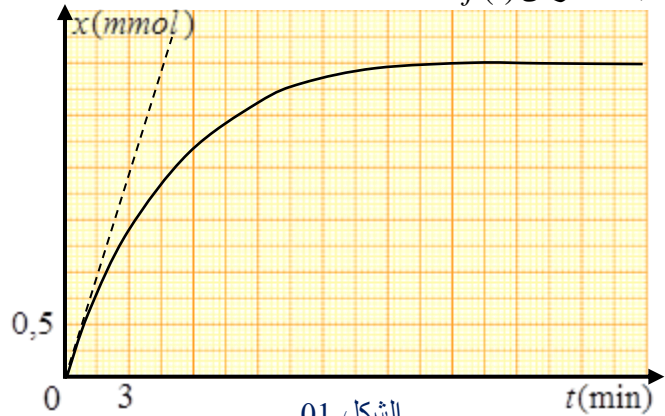
وضع الأستاذ في متناولهم المواد والوسائل التالية: قارورة تحتوي على  $500\text{mL}$  من الماء الأكسجيني  $S_0$  منتج حديثاً كُتب عليها ماء أكسجيني  $10\text{V}$  (تُحلل  $1\text{L}$  من الماء الأكسجيني يحرر  $10\text{L}$  من غاز ثنائي الأكسجين في الشرطين النظاميين، الحجم المولي:  $V_M = 22,4\text{L/mol}$ )

### الزجاجيات:

- حجرات عيارية:  $250\text{mL}; 200\text{mL}; 100\text{mL}; 50\text{mL}$ .
- ماصات عيارية:  $10\text{mL}; 5\text{mL}; 1\text{mL}$  وإجاصة مص.
- سحاحة مدرجة سعتها:  $50\text{mL}$ .
- قارورة محلول برمنغنات البوتاسيوم محضر حديثاً تركيزه يشوارد البرمنغنات  $C' = 2,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ . ماء مقطر.
- قارورة حمض الكبريت المركز  $98\%$ . حامل.

- أكتب المعادلتين النصيتين للأكسدة والإرجاع، ثم حدد الثنائيات المشاركة في التفاعل  $(\text{Ox/Red})$ .
- أحسب كميتي المادة للماء الأكسجيني و لشوارد اليود في المزيج الابتدائي.
- أنشئ جدول التقدم واستنتج التقدم الأعظمي  $x_{\max}$  وحدد المتفاعل المحد.

II. لتحديد كمية ثنائي اليود المتشكلة  $\text{I}_2(aq)$  في لحظات زمنية مختلفة  $t$ ، نأخذ في كل مرة نفس الحجم من المزيج التفاعلي و نضع فيه (ماء+جليد) وبضع قطرات من صمغ النشاء ونعايره بمحلول لثيوكبريتات الصوديوم  $(2\text{Na}^+_{(aq)} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(aq)})$  معلوم التركيز. معالجة النتائج مكنتنا من رسم المنحنى ممثل لتطور تقدم التفاعل الكيميائي المدروس في المزيج الأصلي بدلالة  $x = f(t)$ .



1. أ/ ما الهدف من إضافة الماء والجليد؟

ب/ ضع رسماً تخطيطياً للتجهيز التجريبي المستخدم في عملية المعايرة.

2. أ/ عين بياناً قيمة التقدم النهائي  $x_f$ ، ماذا تستنتج؟

ب/ عرف زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ ، وعين قيمته.

3. أ/ عرف وأكتب عبارة السرعة الحجمية للتفاعل. ثم أحسب قيمتها في اللحظتين  $t_0 = 0 \text{ min}$  و  $t_1 = 9 \text{ min}$ .

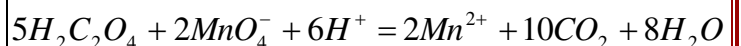
ب/ عبر عن سرعة اختفاء شوارد اليود  $\text{I}^-(aq)$  بدلالة السرعة الحجمية للتفاعل وأحسب قيمتها في اللحظة  $t_1$ .

### التمرين (07):

نمزج في اللحظة  $t = 0$  كمية قدرها  $0,03 \text{ mol}$  من محلول

برمنغنات البوتاسيوم  $(\text{K}^+ + \text{MnO}_4^-)$  مع كمية قدرها

$0,05 \text{ mol}$  من محلول حمض الأوكساليك في وسط حمضي حيث  $V = 1\text{L}$  هو حجم الوسط التفاعلي نكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي:





### الثوابت

$$N = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ noyaux/mol}$$

$$V_M = 22,4 \text{ L/mol (في الشروط النظامية)}$$

$$R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

### التحويل

$$n = X \text{ mmol} = X \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad \text{بالنسبة لكمية المادة } n$$

$$m = X \text{ mg} = X \cdot 10^{-3} \quad \text{بالنسبة للكتلة } m$$

$$V = X \text{ mL} = X \cdot 10^{-3} \text{ L} \quad \text{بالنسبة للحجم } V$$

$$V = X \text{ L} = X \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

⊖ نستعمله في قانون الغازات المثالية  $PV = nRT$  ويجب استعمال الحجم  $V$  بوحدة  $\text{m}^3$

$$P = X \text{ bar} = X \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad \text{بالنسبة للضغط } P$$

$$P = X \text{ atm} = X \cdot 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$T(K) = T(^{\circ}\text{C}) + 273 \quad \text{بالنسبة لدرجة الحرارة } T$$

$$C = X \frac{\text{mol}}{\text{L}} = X \cdot 10^3 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3} \quad \text{بالنسبة للتركيز المولي } C$$

⊖ نستعمله في عبارة الناقلية النوعية  $\sigma$  ويجب أخذه بوحدة  $\frac{\text{mol}}{\text{m}^3}$

$$\lambda = X \text{ mS} \cdot \text{m}^2/\text{mol} = X \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2/\text{mol} \quad \text{بالنسبة للناقلية النوعية المولية الشاردية } \lambda$$

$$\lambda = X \text{ mS} \cdot \text{m}^2/\text{mol} = X \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2/\text{mol}$$

قام الأستاذ بتفويض التلاميذ إلى أربع مجموعات مصغرة (A, B, C, D) ثم طلب منها القيام بمايلي.

I. تحضير محلول S بحجم 200mL أي بتمديد عينة من المحلول  $S_0$  40 مرة.

1/ صنع بروتوكولاً تجريبياً لتحضير المحلول S.

2/ أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل. (تفكك الماء الأكسجيني).

3/ أحسب التركيز المولي للمحلول  $S_0$  واستنتج التركيز المولي للمحلول S.

II. تأخذ كل مجموعة حجماً من المحلول S، وتضيف له حجماً معيناً من محلول يحتوي على شوارد الحديد الثلاثي كوسيط وفق الجدول المقابل:

| رمز المجموعة             | A  | B  | C  | D  |
|--------------------------|----|----|----|----|
| حجم الوسيط المضاف (mL)   | 1  | 5  | 0  | 2  |
| حجم $H_2O_2$ (mL)        | 49 | 45 | 50 | 48 |
| حجم الوسيط التفاعلي (mL) | 50 | 50 | 50 | 50 |

1/ ما دور الوسيط؟ ما نوع الوساطة؟

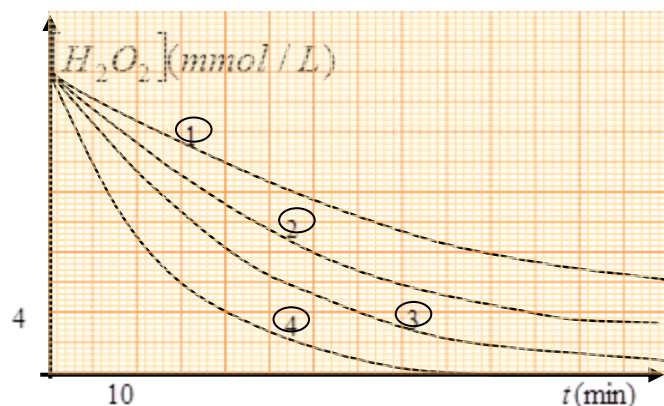
2/ تأخذ كل مجموعة، في لحظات زمنية مختلفة، حجماً مقداره 10mL من الوسيط التفاعلي الخاص بها ويضع في الماء البارد والجليد وتجري له عملية المعايرة بمحلول برمنغنات البوتاسيوم المحمضة (بإضافة قطرات من حمض الكبريت المركز).

أ/ ما الغرض من استعمال الماء البارد والجليد؟

3/ سمحت عمليات المعايرة برسم المنحنيات البيانية (الشكل 01) أ/ حدد البيان الخاص بكل مجموعة.

ب/ أوجد من البيان التركيز المولي للمحلول S المعيار. استنتج التركيز المولي للمحلول  $S_0$ .

ج/ هل النتائج المتوصل إليها (في الشكل 01) متطابقة مع ما هو مسجل على القارورة؟



الشكل 01

| ما يجب أن تعرفه في الوحدة الأولى                                                     | ض | م | ح | ج |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| 1. تعاريف: الأكسدة، الإرجاع، المؤكسد (Ox)، المرجع (Réd).<br>تفاعل الأكسدة-إرجاع.     |   |   |   |   |
| 2. الثنائيات (Ox/Red): تحديد الثنائيات الداخلة في التفاعل                            |   |   |   |   |
| 3. كتابة المعادلات النصفية والمعادلة الإجمالية للتفاعل                               |   |   |   |   |
| 4. تحديد كميات الأنواع الكيميائية للمزيج الابتدائي في الحالات الفيزيائية المختلفة.   |   |   |   |   |
| 5. استنتاج علاقة المحققة للمزيج الستكيومتري، والمزيج الذي يحتوي على زيادة.           |   |   |   |   |
| 6. إنشاء جدول التقدم                                                                 |   |   |   |   |
| 7. تعين التقدم الأعظمي والتفاعل المحد والمتفاعل بالزيادة في الوسيط التفاعلي.         |   |   |   |   |
| 8. إيجاد علاقة كميات المادة للأنواع الكيميائية المختلفة بدلالة تقدم التفاعل.         |   |   |   |   |
| 9. طرق المتابعة: المعايرة اللونية، قياس متغيرات الحالة الفيزيائية، قياس الناقلية.    |   |   |   |   |
| 10. ملأ جداول القياسات اعتماد على جدول التقدم، والعلاقات المستنتجة، والقياس المباشر. |   |   |   |   |
| 11. رسم المنحنيات المعبرة عن دراسة تطور التفاعل.                                     |   |   |   |   |
| 12. تعريف سرعة التفاعل والسرعة الحجمية للتفاعل وعبارتهما                             |   |   |   |   |
| 13. استنتاج السرعة الحجمية بيانياً ومعرفة المعنى الفيزيائي لميل منحنى التطور.        |   |   |   |   |
| 14. تطور السرعة الحجمية خلال التفاعل.                                                |   |   |   |   |
| 15. تعريف وتحديد زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ بيانياً.                                  |   |   |   |   |
| 16. ذكر العوامل الحركية - تأثيرها على البيان الممثل لتطور التفاعل                    |   |   |   |   |

(ض: ضعيف، م: متوسط، ح: حسن، ج: جيد)