

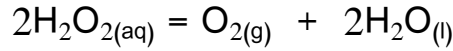
## الموضوع 3 ثا - 12

### التمرين الأول :



1- يعرف محلول بيروكسيد الهيدروجين بالماء الأكسجيني الذي يستعمل بالدرجة الأولى في تطهير الجروح وتنظيف العدسات اللاصقة ، يباع في الصيدليات في قوارير .

▪ يتفكك الماء الأكسجيني ذاتيا وفق تفاعل كيميائي بطيء جدا منمذج بالمعادلة الكيميائية :



▪ يتوفر مخبر الثانوية على قارورة ماء أكسجيني سعتها 500 mL مكتوب على لاصقتها :

( ماء أكسجيني 10V ) و تعني 1L من الماء الأكسجيني عندما يتفكك يحرق 10 L من غاز

ثنائي الأكسجين  $\text{O}_2$  في الشروط التجريبية ، حيث الحجم المولي  $(V_M = 24 \text{ L/mol})$

1- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل ، ثم بين أن التركيز المولي للماء الأكسجيني  $(S_0)$  الموجود في القارورة هو  $C_0 = 0,83 \text{ mol/L}$  .

2- لدراسة تطور هذا التفاعل نقوم بتحضير محلول  $(S)$  حجمه  $V_1 = 200 \text{ mL}$  ، وذلك انطلاقا من عينة من

المحلول  $(S_0)$  حجمها  $V_0 = 4 \text{ mL}$  كما يوضحه الرسم

التخطيطي المقابل . بالاستعانة بهذا الرسم التخطيطي ،

قدم برتوكولا تجريبيا لتحضير المحلول  $(S)$  .

II- لدراسة حركية التحول السابق ، عند اللحظة  $t = 0$

نضيف للمحلول الممدد  $(S)$  حجما من كلور الحديد

الثلاثي  $(\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{Cl}^{-}(\text{aq}))$  من أجل تسريع التفاعل

ثم نقسم بالتساوي المحلول  $(S)$  إلى 20 أنبوب اختبار ، نضع 10 أنابيب في حمام مائي درجة حرارته  $\theta = 40^\circ\text{C}$

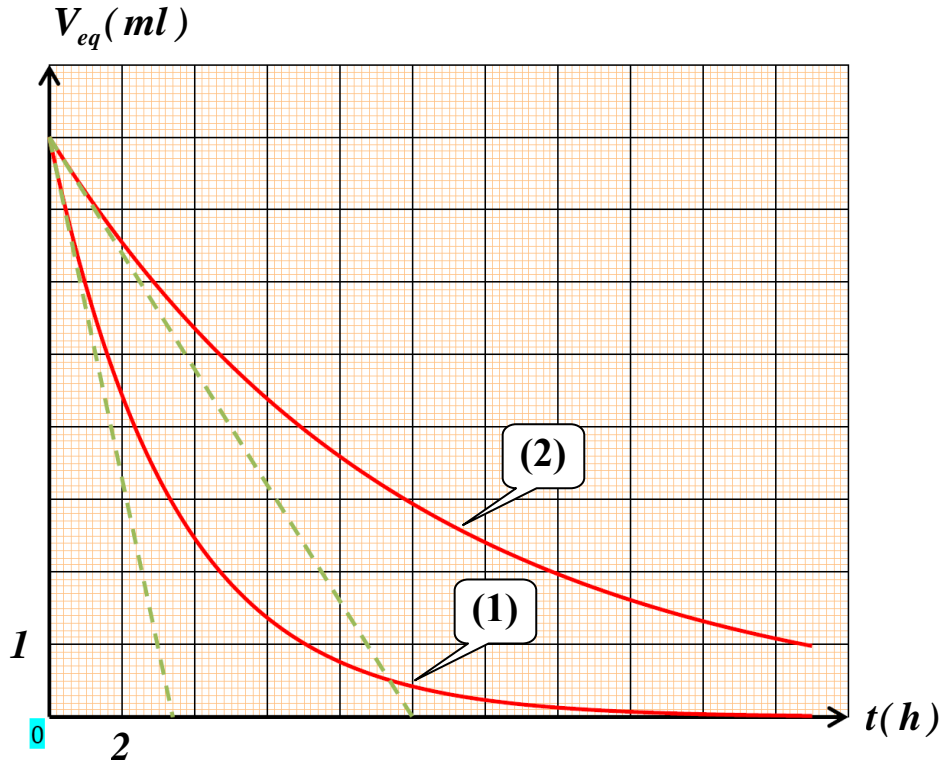
و البقية توضع في حمام مائي درجة حرارته  $\theta = 60^\circ\text{C}$  .

نأخذ في لحظات زمنية مختلفة أحد الأنابيب الذي يحتوي حجما مقداره  $V_1' = 10 \text{ mL}$  من الوسط التفاعلي و يوضع

في إناء به جليد مهشم ثم نعايره بمحلول برمنغنات البوتاسيوم  $(\text{K}^{+}(\text{aq}) + \text{MnO}_4^{-}(\text{aq}))$  تركيزه المولي

$C_2 = 8,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  و المحمض بقطرات من حمض الكبريت المركز  $\text{H}_2\text{SO}_4$  .

سمحت المعايرة اللونية للمزيج التفاعلي برسم المنحنين البيانيين الموضحين في الشكل أدناه والممثل لتغيرات حجم التكافؤ اللازم في كل أنبوب من الأنابيب العشرون بدلالة الزمن  $V_{eq} = f(t)$ .



1- أكتب معادلة تفاعل المعايرة علما أن الثنائيتين المشاركتين:  $(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+})$  ،  $(\text{O}_{2(\text{aq})} / \text{H}_2\text{O}_2)$

2- بين أن التركيز المولي للمحلول (S) عند كل معايرة يعطى بالعلاقة التالية:  $[\text{H}_2\text{O}_2]_{(t)} = \frac{5C_0 V_{eq(t)}}{2V_1}$

3- استنتج اعتمادا على البيان و العبارة السابقة ، التركيز المولي  $[\text{H}_2\text{O}_2]_0$  للمحلول  $(S_0)$  ، قارن هذه النتيجة بالقيمة  $C_0$  المحسوبة سابقا ، ماذا تستنتج ؟

4- حدد البيان الخاص بكل تجربة  $(\theta = 60^\circ\text{C}$  ،  $\theta = 40^\circ\text{C}$ ) .

5- عرّف السرعة الحجمية لاختفاء  $\text{H}_2\text{O}_2$  ، ثم بين أنها تعطى بالعلاقة التالية:  $v_{\text{vol}}(\text{H}_2\text{O}_2) = -\alpha \frac{dV_{eq}}{dt}$  ، حيث  $\alpha$  ثابت يطلب كتابة عبارته .

6- أحسب باستعمال المنحنى (2) السرعة الحجمية لاختفاء  $\text{H}_2\text{O}_2$  في التجربة الموافقة .

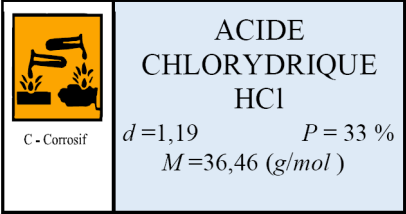
## التمرين الثاني :

في إحدى حصص الأعمال المخبرية إقترح أستاذ العلوم الفيزيائية على تلاميذه ، إنجاز تجربة حول المتابعة الزمنية

لتحول كيميائي في وسط مائي، حيث طلب منهم دراسة حركية للتفاعل الكيميائي الحادث

بين كربونات الكالسيوم  $\text{CaCO}_3$  ومحلول حمض كلور الهيدروجين  $(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})})$  .

من أجل تحقيق هذا الغرض قام الأستاذ بتقسيم التلاميذ إلى فوجين لإنجاز تجربتين مختلفتين، وبمساعدة المخبري قاموا بإحضار قائمة المواد والأدوات التالية:

المركبات الكيميائية	الأجهزة و الزجاجيات
<p>- كربونات الكالسيوم <math>\text{CaCO}_3(s)</math> ، كتلته المولية الجزيئية <math>M = 100 \text{ g/mol}</math> .</p> <p>- محلول <math>(S_0)</math> لحمض كلور الهيدروجين التجاري <math>(\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)})</math> تحمل ملصقته المعلومات :</p>	<p>الماصات: 1 mL ، 5 ml ، 10 mL .</p> <p>الجوجلالات العيارية : 250 mL ، 100 mL ، 50 mL</p> <p>دورق ، بيشر ، سحاحة مدرجة ، مخبر مدرج .</p> <p>جهاز قياس الناقلية النوعية .</p> <p>مخلاط كهرومغناطيسي ، قضيب مغناطيسي .</p> <p>قطارة . إجازة مص .</p>
	

### الفوج الأول :

قام التلاميذ بتحضير محلول  $(S_1)$  حجمه  $V_1 = 100 \text{ mL}$  وتركيزه  $C_1 = 0,1 \text{ mol/L}$  انطلاقا من تمديد المحلول  $(S_0)$  F مرة .

1- تأكد أن التركيز المولي  $C_0$  للمحلول التجاري  $(S_0)$  هو :  $C_0 = 10,77 \text{ mol/L}$  ثم استنتج معامل التمديد.

2- ما هو الحجم الواجب أخذه من المحلول  $(S_0)$  لتحضير المحلول  $(S_1)$  ؟

3- أكتب البروتوكول التجريبي لعملية تحضير المحلول  $(S_1)$  ، مع ذكر الزجاجيات المستعملة .

### الفوج الثاني:

بعد الانتهاء من تحضير المحلول  $(S_1)$  ، والتأكد من تركيزه ، قام تلاميذ هذا الفوج بدراسة التحول الكيميائي

لكربونات الكالسيوم  $\text{CaCO}_3$  مع محلول حمض كلور الهيدروجين  $(\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)})$  .

عند اللحظة  $t = 0$  وفي درجة حرارة  $\theta = 25^\circ\text{C}$  وضع أحد التلاميذ كتلة  $m_0 = 5 \text{ g}$  من كربونات الكالسيوم

$\text{CaCO}_3(s)$  النقية في دورق وأضاف لها حجما  $V_1 = 100 \text{ mL}$  من محلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي

$C_1 = 0,1 \text{ mol/L}$  المحضر سابقا، وقام التلاميذ بمتابعة تطور التفاعل الكيميائي الحادث في كل لحظة باستعمال

طريقة قياس الناقلية النوعية ، حيث النتائج المحصل عليها مدونة في الجدول التالي:

$t(s)$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	260
$\sigma(S / m)$	4,26	3,96	3,72	3,5	3,33	3,16	2,98	2,87	2,75	2,64	1,36

ينمذج التفاعل الحادث بالمعادلة التالية :



- 1- فسر سبب تناقص الناقلية النوعية في المزيج بمرور الزمن.
- 2- مثل جدول تقدم التفاعل ، ثم حدد قيمة التقدم الأعظمي  $x_{\text{max}}$  و استنتج المتفاعل المحد.
3. أكتب عبارة الناقلية النوعية الإبتدائية  $\sigma_0$  بدلالة كل من:  $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+)$  ،  $\lambda(\text{Cl}^-)$  و  $C_1$  .
4. بين أن عبارة الناقلية النوعية  $\sigma(t)$  في لحظة زمنية  $t$  تكتب بالعلاقة التالية:

$$\sigma(t) = \frac{\lambda(\text{Ca}^{2+}) - 2\lambda(\text{H}_3\text{O}^+)}{V_1} x(t) + \sigma_0$$

5- هل إنتهى التفاعل عند اللحظة  $t = 260 \text{ s}$  ؟ علل .

6- باستعمال العلاقة المستنتجة في السؤال 4

و جدول القيم السابق وعن طريق برمجة مناسبة مع توجيه من الأستاذ تحصل التلاميذ على المنحنى البياني الممثل في الشكل-2 .

أ- عرف زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  و اذكر أهميته ثم عين قيمته باستعمال البيان السابق.

ب- باستعمال نفس البيان جد قيمة سرعة

التفاعل عند اللحظتين الزميتين :  $t = 20 \text{ s}$  ،  $t = 60 \text{ s}$  .

ج- كيف تتطور سرعة التفاعل بمرور الزمن ؟ فسر ذلك مجهريا .

7- نأخذ ثلاثة بثائر و نضع في كل واحد منها حجما  $V = 100 \text{ mL}$  مماثل للمزيج التفاعلي السابق و نعيد التجربة السابقة وفق ما يلي:

- التجربة (01) : نضيف للبثائر الأول كمية من الماء المقطر .
  - التجربة (02) : نرفع درجة حرارة البثائر الثاني إلى  $40^\circ\text{C}$  .
  - التجربة (03) : نرفع درجة حرارة البثائر الثالث إلى  $40^\circ\text{C}$  و نضيف إليه وسيط مناسب .
- أرسم كيفيا في نفس البيان السابق المنحنى المتوقع لكل تجربة .

يعطى :  $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$  ،  $\lambda(\text{Ca}^{2+}) = 12 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$  .

## حل التمرين الأول

- جدول التقيم :

		$2 \text{H}_2\text{O}_2 = \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$		
انتلاية	$x=0$	$n_0(\text{H}_2\text{O}_2)$	0	لوحدة
اتقالية	$x$	$n_0(\text{H}_2\text{O}_2) - 2x$	$x$	
نهائية	$x_{\text{max}}$	$n_0(\text{H}_2\text{O}_2) - 2x_{\text{max}}$	$x_{\text{max}}$	

اثبات أن  $C_0 = 0.83 \text{ mol/L}$

- نحسب  $x_{\text{max}}$  عندما يتفكك 1L من  $\text{H}_2\text{O}_2$  كليا وينتج 10L من  $\text{O}_2$  (حسب تعريف 10V) لدينا :

$$n_f(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V_m} = \frac{10}{24} = 0.416 \text{ mol}$$

ومن جدول التقيم

$$n_f(\text{O}_2) = x_{\text{max}} \rightarrow x_{\text{max}} = 0.416 \text{ mol}$$

من جدول التقيم ايضا :

$$n_0(\text{H}_2\text{O}_2) - 2x_{\text{max}} = 0$$

$$C_0 V - 2x_{\text{max}} = 0 \rightarrow C_0 = \frac{2x_{\text{max}}}{V}$$

$$C_0 = \frac{2 \times 0.416}{1} = 0.83 \text{ mol/L}$$

2- البروتوكول التحريبي

- بواسطة ماصة عيارية مزودة باجاصة صم وسعتها 4ml ،

نسحب الحجم  $V_0 = 4 \text{ mL}$  من قارورة الماء الاكسجيني

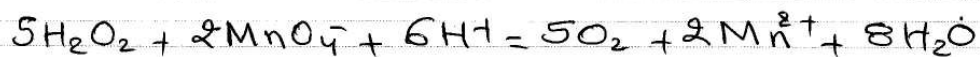
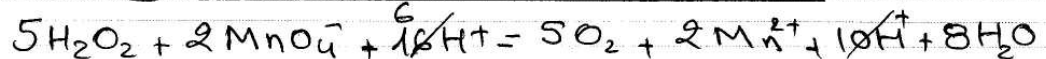
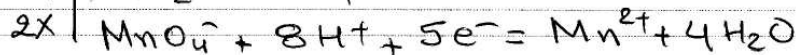
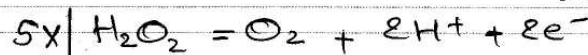
ونضعها في حوالة سعتها 200ml تحتوي على كمية قليلة

من الماء المقطر

- نضيف الماء المقطر حتى بلوغ الخط العياري مع الراج المستمر من

أجل تجانس المحلول

معادلة تفاعل المعايرة :





$$2- \text{اثبات} \quad [H_2O_2]_0 = \frac{2C_2V_{eq}}{2V_1}$$

عند التكافؤ و من معادلة المعايرة

$$\frac{n_0(H_2O_2)}{5} = \frac{n_0(MnO_4^-)}{2}$$

$$\frac{[H_2O_2]_0 V_1}{5} = \frac{C_2 V_{eq}}{2} \rightarrow [H_2O_2]_0 = \frac{C_2 V_{eq}}{2V_1}$$

3- قيمته  $[H_2O_2]_0$  في المحلول (S<sub>0</sub>)

من عبارة السابقة نحسب أولاً  $[H_2O_2]_0$  في العينة وبعد هائستنج  $[H_2O_2]_0$  في المحلول (S<sub>0</sub>).

$$[H_2O_2]_0' = \frac{5C_2V_{eq0}}{2V_1}$$

من البيانات عند  $t=0$  لدينا  $V_{eq0}=8\text{ mL}$  ومنه

$$[H_2O_2]_0' = \frac{5 \times 8,3 \cdot 10^{-3} \times 8 \cdot 10^{-3}}{2 \times 0,01} = 1,66 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

و كون تركيز  $H_2O_2$  في العينة نفسه في المزيج التفاعلي يكون تركيز المحلول الممدد هو:

$$[H_2O_2]_0'' = [H_2O_2]_0' = 1,66 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

و باستعمال قانون التمديد يكون تركيز المحلول (S<sub>0</sub>) هو:

$$[H_2O_2]_0 = \frac{V_1}{V_0} [H_2O_2]_0'' = \frac{200\text{ mL}}{4\text{ mL}} 1,66 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L} = 0,83 \text{ mol/L}$$

- المقارنة و الاستنتاج:

نلاحظ  $[H_2O_2]_0 = C_0$ ، نستنتج أن محلول الماء الأوكسجيني الموجود بالقارورة حديث.

4- المنحنى الموافق لكل تجربة

من البيان التفاعل الذي يوافق المنحنى (1) يكون أسرع من التفاعل الذي يوافق المنحنى (2) ونحن نعلم أن التفاعل يكون أسرع كلما كانت درجة الحرارة أكبر، إذن

$$\text{المنحنى (1)} \leftarrow \theta = 60^\circ\text{C}$$

$$\text{المنحنى (2)} \leftarrow \theta = 40^\circ\text{C}$$

5- السرعة الحجمية لاختفاء  $H_2O_2$  هي سرعة اختفاء  $H_2O_2$  في وحدة الحجم.

$$\text{- اثبات} \quad v_{vol}(H_2O_2) = -\alpha \frac{dV_{eq}}{dt}$$

لدينا:

$$v_{vol}(H_2O_2) = -\frac{1}{V} \frac{dn(H_2O_2)}{dt} = -\frac{1}{V} \frac{d[H_2O_2]V}{dt}$$

$$v_{vol}(H_2O_2) = -\frac{d[H_2O_2]}{dt}$$

$$[H_2O_2] = \frac{5C_2V_{eq}}{2V_1}$$

فدنياً سابقاً :

$$v_{vol}(H_2O_2) = - \frac{d}{dt} \left( \frac{5C_2V_{eq}}{2V_1} \right)$$

ومنهُ :

$$v_{vol}(H_2O_2) = - \frac{5C_2}{2V_1} \frac{dV_{eq}}{dt}$$

بالمطابقة مع العبارة المعطاة نجد :

$$\alpha = \frac{5C_2}{2V_1}$$

8- السرعة الحجمية الأعممية من المنحنى (2) :  
تكون الحجمية لاختفاء  $H_2O_2$  عند اللحظة  $t=0$  ومن المنحنى (2) عند هذه اللحظة يكون :

$$\bullet \frac{dV_{eq}}{dt} = - \frac{8 \times 10^3}{5 \times 2} = -8 \cdot 10^4 \text{ L/h}$$

$$v_{vol}(H_2O_2) = - \frac{5 \times 8,3 \cdot 10^3}{2 \times 0,01} (-8 \cdot 10^4) = 1,66 \cdot 10^3 \text{ mol/L.h}$$

ومنهُ :

## حل التمرين الثاني

الفوج الأول :

$$1- \text{التأكد من } C_0 = 10,77 \text{ mol/L}$$

$$P = \frac{C_0 M}{10d} \Rightarrow C_0 = \frac{10 \cdot d \cdot P}{M}$$

$$C_0 = \frac{10 \times 1,19 \cdot 33}{36,46} = 10,77 \text{ mol/L}$$

- معامل التقدير :

$$f = \frac{C_0}{C_1} = \frac{10,77}{0,1} \approx 100$$

2- الحجم الواجب أخذه من المحلول (50)

$$f = \frac{V_1}{V_0} \rightarrow V_0 = \frac{V_1}{f} = \frac{100 \text{ mL}}{100} = 1 \text{ mL}$$

### 3- البروتوكول التجريبي

- بواسطة حاملة عيارية مزودة بإضافة مص سعتها 1ml  
 تسحب الحجم  $V_0 = 1 \text{ mL}$  وتضعها في حوالة عيارية ،  
 سعتها 100ml تحتوي على قليل من الماء المقطر .  
 نضيف الماء المقطر حتى بلوغ الخط العياري مع الرج  
 المستمر من أجل تجانس المحلول .

### الفرع الثاني :

1- تفسير تناقص الناعلية :  
 $2\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) > \lambda(\text{Ca}^{2+})$   
 2- جدول التقدم :

$\text{CaCO}_3 + 2\text{H}_3\text{O}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$						
ابتدائية	$x=0$	$n_0(\text{CaCO}_3)$	$n_0(\text{H}_3\text{O}^+)$	10	0	) مفرقة
انتقالية	$x$	$n_0(\text{CaCO}_3) - x$	$n_0(\text{H}_3\text{O}^+) - 2x$	$x$	$x$	
نهائية	$x_{\text{max}}$	$n_0(\text{CaCO}_3) - x_{\text{max}}$	$n_0(\text{H}_3\text{O}^+) - 2x_{\text{max}}$	$x_{\text{max}}$	$x_{\text{max}}$	

•  $n_0(\text{CaCO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{5}{100} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

•  $n_0(\text{H}_3\text{O}^+) = c_1 V_1 = 0,1 \times 0,1 = 10^{-2} \text{ mol}$

• قيمة  $x_{\text{max}}$  والنتيجة المتعاكس الواحد :

- نفرض أن  $\text{CaCO}_3$  متفاعل معد

$n_0(\text{CaCO}_3) - x_{\text{max}} = 0 \rightarrow x_{\text{max}} = n_0(\text{CaCO}_3) = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

- نفرض أن  $\text{H}_3\text{O}^+$  متفاعل معد :

$n_0(\text{H}_3\text{O}^+) - 2x_{\text{max}} = 0 \rightarrow x_{\text{max}} = \frac{n_0(\text{H}_3\text{O}^+)}{2} = \frac{10^{-2}}{2} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

اذن :  $x_{\text{max}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  والنتيجة المتعاكس الواحد هو  $\text{H}_3\text{O}^+$

3- عيارية  $\delta_0$  بدلالة  $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+)$  و  $\lambda(\text{Ca}^{2+})$  و  $\lambda(\text{Ca}^-)$  :

$\delta_0 = \lambda(\text{H}_3\text{O}^+) [\text{H}_3\text{O}^+] + \lambda(\text{Ca}^-) [\text{Ca}^-]$

$\delta_0 = \lambda(\text{H}_3\text{O}^+) c_1 + \lambda(\text{Ca}^-) c_1$

$\delta_0 = (\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) + \lambda(\text{Ca}^-)) c_1$

4- عيارية  $\delta_0$  :

$\delta = \lambda(\text{H}_3\text{O}^+) [\text{H}_3\text{O}^+] + \lambda(\text{Ca}^{2+}) [\text{Ca}^{2+}] + \lambda(\text{Ca}^-) [\text{Ca}^-]$

$\delta = \lambda(\text{H}_3\text{O}^+) \left( \frac{n_0(\text{H}_3\text{O}^+) - 2x}{V_1} \right) + \lambda(\text{Ca}^{2+}) \frac{x}{V_1} + \lambda(\text{Ca}^-) \frac{c_1 V_1}{V_1}$

$\delta = \lambda(\text{H}_3\text{O}^+) \frac{c_1 V_1 - 2x}{V_1} + \lambda(\text{Ca}^{2+}) \frac{x}{V_1} + \lambda(\text{Ca}^-) \frac{c_1 V_1}{V_1}$



$$\delta = 2\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) \frac{c\sqrt{V}}{V} - 2\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) \frac{x}{V_1} + \lambda(\text{Ca}^{2+}) \frac{x}{V_1} + \lambda(\text{Cl}^-) \cdot \frac{c\sqrt{V}}{V_1}$$

$$\delta = \left( \lambda(\text{Ca}^{2+}) - 2\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) \right) \frac{x}{V_1} + \underbrace{\left( \lambda(\text{Ca}^{2+}) + \lambda(\text{Cl}^-) \right) c_1}_{\delta_0}$$

$$\boxed{\delta = \frac{\lambda(\text{Ca}^{2+}) - 2\lambda(\text{H}_3\text{O}^+)}{V_1} x + \delta_0}$$

6- إمكانية انتهاء التفاعل عند  $t = 260 \text{ s}$  من جدول القياسات

$$\delta_{(260)} = 1,35 \text{ S/m}$$

- بحسب  $x_{\text{max}}$

من عبارة  $\delta(x)$  السابقة وعند نهاية التفاعل نكتب:

$$\delta_{\text{max}} = \frac{\lambda(\text{Ca}^{2+}) - 2\lambda(\text{H}_3\text{O}^+)}{V_1} x_{\text{max}} + \delta_0$$

من جدول القياسات أيضا  $\delta_0 = 4,26 \text{ S/m}$  ومنه

$$\delta_{\text{max}} = \frac{12 \cdot 10^3 - (2 \times 35 \cdot 10^3) \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{0,1 \cdot 10^3} + 4,26 = 1,36 \text{ S/m}$$

ملاحظ:  $\delta_{(260)} = \delta_{\text{max}}$  ومنه التفاعل انتهى عند  $t = 260 \text{ s}$

7- تعريف  $t_{1/2}$  من نصف التفاعل

هو الزمن اللازم لحدوث تقدم التفاعل نصف قيمته الاعضوية

- أهميته:

المقارنة بين تفاعلين من حيث السرعة حيث يكون التفاعل أسرع كلما كان  $t_{1/2}$  أقل قيمته

$$t = t_{1/2} \rightarrow 2x_{1/2} = \frac{x_{\text{max}}}{2} = \frac{5 \cdot 10^3}{2} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

بالاستقار في البيان نجد

$$t_{1/2} = 3 \times 20 = 60 \text{ s}$$

ب- سرعة التفاعل عند  $t = 20 \text{ min}$  ،  $t = 60 \text{ min}$

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

$\frac{dx}{dt}$  هو ميل مماس المنحنى  $x(t)$

- من البيان عند اللحظة  $t = 20 \text{ s}$

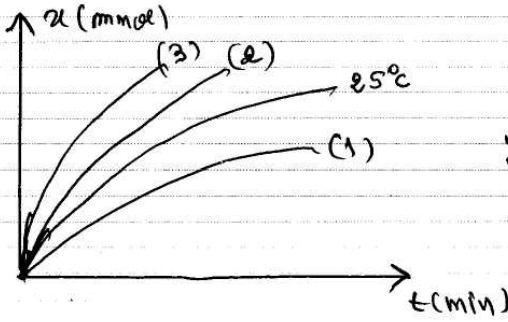
$$v_1 = \frac{0,9 \cdot 10^3}{20} = 4,50 \cdot 10^{-5} \text{ mol/s}$$

تجد اللحظة  $t = 60 \text{ s}$

$$v_2 = \frac{1,7 \cdot 10^{-3}}{60} = 2,83 \cdot 10^{-5} \text{ mol/s}$$

حـ كيفية تطور السرعة وتفسير ذلك :

بلاحظ :  $v_{60} < v_{20}$   
هذا يعني أن سرعة التفاعل تتناقص بمرور الزمن ، يشير ذلك بتناقص التصادمات نتيجة تناقص التراكيز الابتدائية للمتفاعلات .



٧- م رسم المنحنيات ؟  
تزداد سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة و بزيادة التراكيز الابتدائية للمتفاعلات و بوجود الوسيط  
وعلى هذا الأساس يكون ←

تمنيتي لكم التوفيق و النجاح