

## الموضوع 3 ثا - 09

### التمرين الأول : (U01-Ex34)



يعد حمض كلور الماء المكون الرئيسي للعصارة الهضمية ، والتي تساعد على استفادة الجسم من الغذاء وسماه جابر بن حيان روح الملح و هو عبارة عن محلول كلور الهيدروجين HCl . يستخدم حمض كلور الماء في الصناعة الكيميائية كمتفاعل كيميائي على نطاق واسع ،

بهدف متابعة التحول الكيميائي التام بين حمض كلور الماء  $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$  و كربونات الكالسيوم الصلب  $CaCO_3(s)$  ، ندخل في اللحظة  $t = 0$  كتلة مقدارها  $m_0$  من

كربونات الكالسيوم داخل حجم  $V_a = 100 \text{ mL}$  من حمض كلور الماء تركيزه المولي  $C_a$  . ينمذج التحول الكيميائي الحادث بتفاعل معادلته:



المتابعة الزمنية لتطور الجملة الكيميائية مكنت من حساب الكتلة  $m$  لكربونات الكالسيوم في كل لحظة و رسم البيان  $m = f(t)$  الممثل في (الشكل) .

1-أ- أنجز جدولاً لتقدم التفاعل السابق.

ب- بيّن أن كتلة كربونات الكالسيوم  $m(t)$  في كل لحظة يعبر عنها بالعلاقة :

$$m(t) = m_0 - 10 [Ca^{2+}]_{(t)}$$

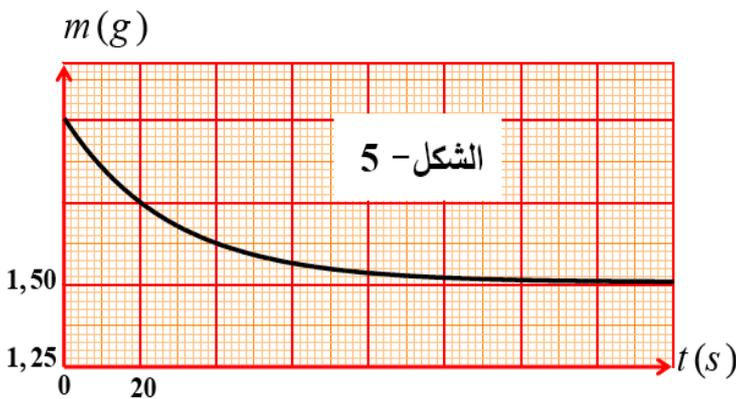
2-أ- احسب قيمة  $x_{max}$  مبينا المتفاعل المحد.

ب- احسب التركيز المولي  $C_a$  لمحلول حمض كلور الماء المستعمل.

3- احسب السرعة الحجمية لتشكل الشوارد  $Ca^{2+}$  في اللحظة  $t = 40 \text{ s}$  .

4- جد من البيان زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  .

يعطى :  $M(CaCO_3) = 100 \text{ g/mol}$  .



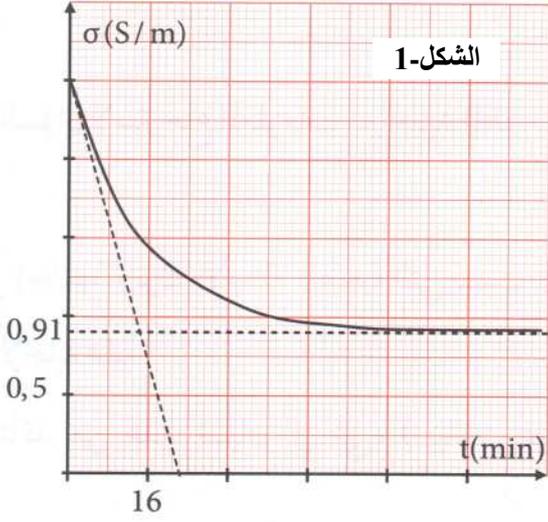
## التمرين الثاني : (U01-Ex96)

إيثانوات الصوديوم مركب عضوي عديم اللون له رائحة مميزة صيغته الجملة  $C_4H_8O_2$  و يعد من أحد المذيبات المهمة في الصناعات الكيميائية ، يهدف هذا التمرين إلى الدراسة الحركية لتفاعل إيثانوات الإيثيل مع محلول هيدروكسيد الصوديوم ( $Na^+ + HO^-$ ) بطريقتين مختلفتين .  
ينمذج التحول الكيميائي الحادث بالمعادلته الكيميائية التالية :



### الطريقة الأولى :

نمزج عند اللحظة  $t = 0$  ، من  $n_0$  mol من هيدروكسيد الصوديوم مع  $n_0$  mol من إيثانوات الإيثيل حيث حجم المزيج  $V = 100$  mL ثم نقوم بقياس الناقلية النوعية للمزيج في لحظات زمنية مختلفة ، معالجة النتائج المتحصل عليها مكنتنا من رسم المنحنى  $\sigma = f(t)$  الممثل لتطور الناقلية النوعية للمزيج بدلالة الزمن (الشكل-1) .



الشكل-1

1- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل .

2- أ- جد عبارة الناقلية النوعية الابتدائية  $\sigma_0$  للمزيج عند اللحظة  $t = 0$  بدلالة  $\lambda(HO^-)$  ،  $\lambda(Na^+)$  ،  $V$  ،  $n_0$  .

ب- جد قيمة  $n_0$  و اعتمدا على البيان جد التقدم الأعظمي  $X_{max}$  .

3- بين بالاعتماد على جدول التقدم أن الناقلية النوعية  $\sigma(t)$  للمزيج التفاعلي عند لحظة  $t$  يعطى بالعلاقة :

$$\sigma(t) = -159x(t) + 2,5$$

4- أ- عرف السرعة الحجمية للتفاعل .

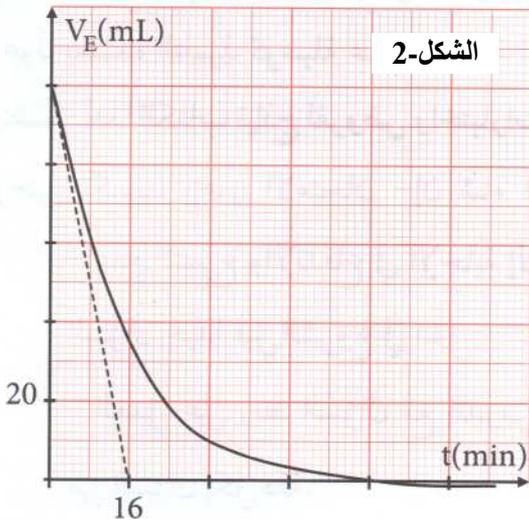
ب- احسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة  $t = 0$  .

5- عرف زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  ثم عين قيمته بيانياً .

### الطريقة الثانية :

نمزج عند اللحظة  $t = 0$  ، من  $10^{-2}$  mol من هيدروكسيد الصوديوم مع  $10^{-2}$  mol من إيثانوات الإيثيل حيث حجم المزيج  $V = 100$  mL .

نتابع تطور التحول الكيميائي الحادث عن طريق معايرة شوارد الهيدروكسيد  $HO^-$  بواسطة محلول حمض كلور الهيدروجين  $(H_3O^+ + Cl^-)$  تركيزه المولي  $C_a = 0,1$  mol/L .



الشكل-2

معادلة تفاعل المعايرة هي :



مكننا المتابعة الزمنية للتحويل من رسم بيان (الشكل-2) و الممثل لتغيرات حجم محلول كلور الهيدروجين اللازم للتكافؤ بدلالة الزمن  $V_E = f(t)$  .

1- مثل جدول تقدم تفاعل المعايرة .

2- بين أن الحجم اللازم للتكافؤ  $V_E$  عند اللحظة يعبر عند بدلالة تقدم التفاعل المدروس وفق العلاقة :

$$V_E = 0,1 - 10 x$$

3- أحسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة  $t = 0$  .

4- عرف  $t_{1/2}$  ثم عين قيمته بيانيا ، قارن النتيجة مع تلك المتحصل عليها بالطريقة الأولى .

يعطى :

$$\lambda(\text{CH}_3\text{CO}_2^-) = 4,1 \text{ mS.m}^2/\text{mol} , \lambda(\text{HO}^-) = 20 \text{ mS.m}^2/\text{mol} , \lambda(\text{Na}^+) = 5 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$$

### التمرين الثالث : ( بكالوريا 2016 - علوم تجريبية ) (U01-Ex54)

نحضر ماء جافيل من تفاعل غاز ثنائي الكلور  $\text{Cl}_2(\text{g})$  مع محلول هيدروكسيد الصوديوم  $(\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}))$  يتحول كيميائي تام ينمذج بمعادلة التفاعل التالية :



1- تعرف الدرجة الكلورومتريّة ( $^\circ\text{ChI}$ ) بأنها توافق عدد لترات غاز ثنائي الكلور في الشرطين النظاميين اللازم

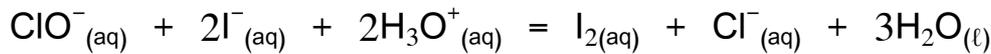
استعمالهما لتحضير لتر واحد من ماء جافيل . بين أن :  $^\circ\text{ChI} = \text{C}_0\text{V}_\text{M}$

حيث :  $\text{V}_\text{M} = 22.4 \text{ L/mol}$  هو الحجم المولي للغاز و  $\text{C}_0$  هو التركيز المولي لماء جافيل .

2- نأخذ العينة (A) من ماء جافيل المحفوظ عند درجة الحرارة  $20^\circ\text{C}$  تركيزه المولي بشوارد الهيپوكلوريت  $\text{ClO}^-$

هو  $\text{C}_0$  و نمددها 4 مرات ليصبح تركيزه المولي  $\text{C}_1$  . نأخذ حجما  $\text{V}_1 = 2 \text{ mL}$  و نضيف إليها كمية كافية من

يود البوتاسيوم  $(\text{K}^+(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq}))$  في وسط حمضي ، فينشك ثنائي اليود  $\text{I}_2(\text{aq})$  وفق تفاعل ينمذج بالمعادلة التالية :



نعاير ثنائي اليود المتشكل في نهاية التفاعل بمحلول ثيوكبريتات الصوديوم  $(2\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{S}_2\text{O}_3^{2-})$  تركيزه بالشوارد

$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  هو  $\text{C}_2 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$  بوجود كاشف ملون (صمغ النشاء أو التيودان ) فيكون حجم ثيوكبريتات

الصوديوم المضاف عند التكافؤ  $\text{V}_E = 20 \text{ mL}$  .

تعطى الثنائيتين (ox/red) الداخلتين في تفاعل المعايرة :  $(\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-(\text{aq}))$  و  $(\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}))$  .

أ- اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع ثم معادلة تفاعل أكسدة- إرجاع المنمذج لتحويل المعايرة .

$$\text{ب- بين أن : } \text{C}_1 = \frac{\text{C}_2 \cdot \text{V}_E}{2\text{V}_1}$$

ج- احسب  $\text{C}_1$  ثم استنتج  $\text{C}_0$  و  $^\circ\text{ChI}$  .

3- يتفكك ماء جافيل وفق تحول تام و بطيء ، معادلته الكيميائية :

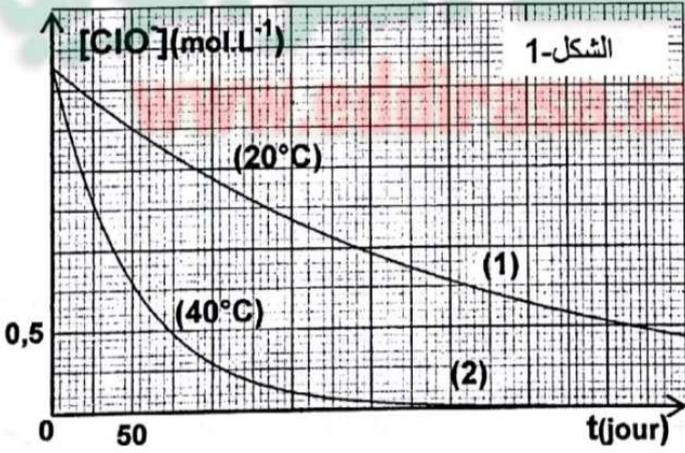


يمثل الشكل-1 المنحنيين البيانيين لتغيرات تركيز شوارد  $\text{ClO}^-$  بدلالة الزمن الناتجين عن المتابعة الزمنية لتطور عينتين من ماء جافيل حضرتا بنفس الدرجة الكلورومترية للعينة (A) عند درجتي الحرارة  $20^\circ\text{C}$  بالنسبة للعينة (1) و  $40^\circ\text{C}$  بالنسبة للعينة (2) . العينتان حديثتا الصنع عند اللحظة  $t = 0$  .

أ- استنتج بيانيا التركيز الابتدائي للعينين (1) ، (2) ، بالشوارد  $\text{ClO}^-$  . هل العية (A) حديثة الصنع ؟

ب- اكتب عبارة السرعة الحجمية لاختفاء الشوارد  $\text{ClO}^-$  ، ثم أحسب قيمتها في اللحظة  $t = 50$  jour ، بالنسبة لكل عينة . قارن بين القيمتين ، ماذا تستنتج ؟

ج- ما هي النتيجة التي نستخلصها من هذه الدراسة للحفاظ على ماء جافيل لمدة أطول ؟



# حل التمرين الأول

1-1 جدول التقيم :

الحالة	التقيم	$\text{CaCO}_3$	$+ 2\text{H}_3\text{O}^+$	$= \text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
انتائية	$x=0$	$n_0(\text{CaCO}_3)$	$n_0(\text{H}_3\text{O}^+)$	0
انتائية	$x$	$n_0(\text{CaCO}_3) - x$	$n_0(\text{H}_3\text{O}^+) - 2x$	$x$
حالية	$x_{\text{max}}$	$n_0(\text{CaCO}_3) - x_{\text{max}}$	$n_0(\text{H}_3\text{O}^+) - 2x_{\text{max}}$	$x_{\text{max}}$

ن- اثبات :  $m = m_0 - 10 [\text{Ca}^{2+}]$  من جدول التقيم :

•  $n(\text{Ca}^{2+}) = x$  ----- (1)

•  $n(\text{CaCO}_3) = n_0(\text{CaCO}_3) - x$  ----- (2)

من (1)  $x = n(\text{Ca}^{2+})$  بالتعويض في (2) :

$$n(\text{CaCO}_3) = n_0(\text{CaCO}_3) - n(\text{Ca}^{2+})$$

$$\frac{m}{M} = \frac{m_0}{M} - [\text{Ca}^{2+}]V$$

$$m = m_0 - MV [\text{Ca}^{2+}]$$

$$m = m_0 - (100 \times 0,1) [\text{Ca}^{2+}]$$

$$m = m_0 - 10 [\text{Ca}^{2+}]$$

2-2-9 قيمة  $x_{\text{max}}$  من البيان :

•  $m_0(\text{CaCO}_3) = 1,5 + (2 \cdot 0,25) = 2 \text{ g}$

•  $m_f(\text{CaCO}_3) = 1,5 \text{ g} = m_0$

ومن العلاقة السابقة يمكن كتابة :

$$m = m_0 - 10 \frac{x_{\text{max}}}{V}$$

$$\frac{10 x_{\text{max}}}{V} = m_0 - m \rightarrow x_{\text{max}} = \frac{V(m_0 - m)}{10} = \frac{0,1(2 - 1,5)}{10} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

المتفاعل الوحيد :  
 من البيان  $m_f(\text{CaCO}_3) \neq 0$  ، إذن المتفاعل الوحيد هو  $\text{H}_3\text{O}^+$   
 قيمة  $\text{Ca}$  :  
 بما أن  $\text{H}_3\text{O}^+$  متفاعل معد يكون :

$$n_0(\text{H}_3\text{O}^+) - 2x_{m21} = 0$$

$$\text{Ca} \cdot V_0 - 2x_{m21} = 0 \rightarrow \text{Ca} = \frac{2 \cdot x_{m21}}{V_0}$$

$$\text{Ca} = \frac{2 \times 5 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 0,1 \text{ mol}$$

3- السرعة الحجمية لتشكل  $\text{Ca}^{2+}$  :  
 - نكتب عبارة السرعة الحجمية لتشكل  $\text{Ca}^{2+}$  بدلالة  
 ميل المماس  $\frac{dm}{dt}$

- حسب تعريف السرعة الحجمية لتشكل  $\text{Ca}^{2+}$  :

$$v_{\text{vol}}(\text{Ca}^{2+}) = \frac{1}{V} \frac{dn(\text{Ca}^{2+})}{dt} = \frac{1}{V} d \frac{[\text{Ca}^{2+}]V}{dt}$$

$$v_{\text{vol}}(\text{Ca}^{2+}) = \frac{d[\text{Ca}^{2+}]}{dt} \quad \dots (*)$$

مما سبق لدينا :

$$m = m_0 - 10 [\text{Ca}^{2+}]$$

نشتق الطرفين بالنسبة للزمن :

$$\frac{dm}{dt} = -10 \frac{d[\text{Ca}^{2+}]}{dt} \rightarrow \frac{d[\text{Ca}^{2+}]}{dt} = -\frac{1}{10} \frac{dm}{dt}$$

بالتعويض في (\*) :

$$v_{\text{vol}}(\text{Ca}^{2+}) = -\frac{1}{10} \frac{dm}{dt}$$

من البيان عند اللحظة  $t =$

$$\bullet \frac{dm}{dt} = -\frac{0,7 \times 0,25}{40} = -4,38 \cdot 10^{-3}$$

$$\bullet v_{\text{vol}}(\text{Ca}^{2+}) = -\frac{1}{10} (-4,38 \cdot 10^{-3}) = 4,38 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L.s}$$

4- قيمة  $t_{1/2}$  :

كسب  $m_{1/2}$  :

$$m_{1/2} = \frac{m_0 + m_p}{2} = \frac{2 + 1,5}{2} = 1,75 \text{ g}$$

بالاستقار نجد  $t_{1/2} = 20 \text{ s}$

(توجد طرق أخرى)

## حل التمرين الثاني

الطريقة الأولى  
جدول التقدم

		$C_4H_8O_2 + HO^- \rightleftharpoons CH_3CO_2^- + C_2H_5OH$			
المادة					
الكمية	$\alpha = 0$	$n_0$	$n_0$	0	0
التغايب	$x$	$n_0 - x$	$n_0 - x$	$x$	$x$
التغايب	$\alpha_{max}$	$n_0 - \alpha_{max}$	$n_0 - \alpha_{max}$	$\alpha_{max}$	$\alpha_{max}$

في - P- عبارة  $\delta_0$  بدلالة  $n_0$  ،  $V$  ،  $\lambda(Na^+)$  ،  $\lambda(OH^-)$  ،  $\lambda(H_2O)$  ،  $\lambda(H^+)$  عند اللحظة  $t=0$  المزيج يحتوي على الشوارد  $Na^+$  ،  $HO^-$  لذا يكون:

$$\delta_0 = \lambda(Na^+) [Na^+] + \lambda(OH^-) [OH^-]$$

$$\delta_0 = \lambda(Na^+) \frac{n_0}{V} + \lambda(OH^-) \frac{n_0}{V}$$

$$\boxed{\delta_0 = \frac{n_0}{V} (\lambda(Na^+) + \lambda(OH^-))}$$

د- قيمة  $n_0$   
من البيان:

$$\delta_0 = 5 \times 0,5 = 2,5 \text{ S/m}$$

ومن العلاقة السابقة يكون:

$$n_0 = \frac{\delta_0 V}{\lambda(Na^+) + \lambda(OH^-)}$$

$$n_0 = \frac{2,5 \times 100 \times 10^{-6} \text{ (m}^3\text{)}}{5 \cdot 10^{-3} + 20 \cdot 10^{-3}} = 10^{-2} \text{ mol}$$

اذن:

قيمة  $\alpha_{max}$ :

- نفرض أن  $C_4H_8O_2$  متفاعل مع  $HO^-$

$$n_0 - \alpha_{max} = 0 \rightarrow \alpha_{max} = n_0 = 10^{-2} \text{ mol}$$

- نفرض أن  $HO^-$  متفاعل مع  $H^+$

$$n_0 - \alpha_{max} = 0 \rightarrow \alpha_{max} = n_0 = 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\alpha_{max} = 10^{-2} \text{ mol}$$

اذن:

3- حساب  $\delta_{CH}$  :

في اللحظة  $t$  من التفاعل يحتوي المزيج التفاعلي على  
المتوارد  $Na^+ < HO^- < CH_3COO^-$  وعليه يكون :

$$\delta_{CH} = 2(CH_3COO^-)[CH_3COO^-] + 2(HO^-)[HO^-] + 2(Na^+)[Na^+]$$

بالاعتماد على جدول التفرغ :

$$\delta_{CH} = 2(CH_3COO^-) \frac{x}{V} + 2(HO^-) \frac{n_0 - x}{V} + 2(Na^+) \frac{n_0}{V}$$

$$\delta_{CH} = 2(CH_3COO^-) \frac{x}{V} + 2(HO^-) \frac{n_0}{V} - 2(HO^-) \frac{x}{V} + 2(Na^+) \frac{n_0}{V}$$

$$\delta_{CH} = \frac{2(CH_3COO^-) - 2(HO^-)}{V} x + (2(Na^+) + 2(HO^-)) \frac{n_0}{V}$$

$$\delta_{CH} = \frac{2(CH_3COO^-) - 2(HO^-)}{V} x + \delta_0$$

$$\delta_{CH} = \frac{4,1 \cdot 10^3 - 20 \cdot 10^3}{100 \cdot 10^{-6}} x + 2,5$$

$$\boxed{\delta_{CH} = -159x + 2,5}$$

4- تعريف السرعة الحجمية للتفاعل :

هي سرعة التفاعل في وحدة الحجم .

ب- السرعة الحجمية عند  $t=0$  :

تكتب عبارة السرعة الحجمية بـ  $\frac{d\delta}{dt}$  ميل المماس

- حسب تعريف السرعة الحجمية :

$$v_{sol} = \frac{1}{V} \frac{d\delta}{dt}$$

$$\delta = -159x + 2,5$$

كما سبق :

نشتق الطرفين بالنسبة للزمن :

$$\frac{d\delta}{dt} = -159 \frac{dx}{dt} \rightarrow \frac{dx}{dt} = -\frac{1}{159} \frac{d\delta}{dt}$$

العوبر في عبارة السرعة الحجمية :

$$v_{sol} = \frac{1}{V} \left( -\frac{1}{159} \frac{d\delta}{dt} \right) \rightarrow v_{sol} = \frac{-1}{159V} \frac{d\delta}{dt}$$

من البيان عند  $t=0$ :

$$\bullet \frac{d\sigma}{dt} = -\frac{5 \times 0,5}{1,5 \cdot 16} = -0,1$$

$$\bullet \sigma_{\text{use}} = -\frac{1}{159 \cdot 100 \cdot 10^{-3}} (-0,1) = 6,29 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \cdot \text{min}$$

5-4- تعريف زمن نصف التفاعل:

هو الزمن اللازم لبلوغ تقيم التفاعل نصف قيمته الاعظمية.

قيمته 2

حسب  $\sigma_2$

لدينا سابقاً:

$$\sigma_{\text{H}^+} = -159x + 2,5$$

عند اللحظة  $t_{1/2}$  نكتب:

$$\sigma_{\text{H}^+} = -159x_{1/2} + 2,5$$

حسب تعريف  $t_{1/2}$ :

$$x_{1/2} = \frac{x_{\text{max}}}{2} = \frac{10^{-2}}{2} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

ومنه 2

$$\sigma_{\text{H}^+} = -159 \cdot 5 \cdot 10^{-3} + 2,5 = 1,71 \text{ s/m}$$

بالاستقار في البيان مع أخذ رسم الرسم بعين الاعتبار:

$$t_{1/2} = 0,6 \times 16 = 9,6 \text{ min}$$

الطريقة الثانية

1- جدول تقدم تفاعل المعايرة:

		$\text{HO}^- + \text{H}_3\text{O}^+ = 2\text{H}_2\text{O}$		
ابتدائية	$x=0$	$n_0(\text{HO}^-) = C_0V_0$	$n_0(\text{H}_3\text{O}^+) = C_0V_0$	توازن
انتقالية	$x$	$n_0(\text{HO}^-) - x$	$n_0(\text{H}_3\text{O}^+) - x$	
حتمية	$x_{\text{max}}$	$n_0(\text{HO}^-) - x_{\text{max}}$	$n_0(\text{H}_3\text{O}^+) - x_{\text{max}}$	

عند التكافؤ ومن معادلة المعايرة:

$$n_0(\text{HO}^-) = n_0(\text{H}_3\text{O}^+)$$

$$n_0(\text{HO}^-) = C_0V_0 \quad \text{--- (1)}$$

كمية مادة  $\text{HO}^-$  للمعايرة هي نفسها كمية مادة  $\text{HO}^-$  الناتجة في التفاعل المدروس عند لحظة التفاعل وبعده من جدول تقدم التفاعل المدروس يكون:

$$n(\text{HO}^-) = n_0 - x$$

$$n(\text{HO}^-) = 10^{-2} - x \quad \text{--- (2)}$$

من (1) < (2) :

$$10^{-2} - x = 0,1 V_E \rightarrow$$

$$V_E = \frac{10^{-2} - x}{0,1} = \frac{10^{-2} - x}{0,1} \rightarrow \boxed{V_E = 0,1 - 10x}$$

3- السرعة الحجمية للتفاعل عند  $t=0$  :

- نكتب عبارة السرعة الحجمية بدلالة ميل المماس  $\frac{dN_E}{dt}$   
- حسب تعريف السرعة الحجمية للتفاعل :

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$$

لدينا سابقاً :

$$V_E = 0,1 - 10x$$

نشتق الطرفين بالنسبة للزمن :

$$\frac{dN_E}{dt} = -10 \frac{dx}{dt} \rightarrow \frac{dx}{dt} = -\frac{1}{10} \frac{dN_E}{dt}$$

بالتعويض في عبارة السرعة الحجمية :

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \left( -\frac{1}{10} \frac{dN_E}{dt} \right) \rightarrow v_{vol} = -\frac{1}{10V} \frac{dN_E}{dt}$$

من البيان عند  $t=0$  :

$$\bullet \frac{dN_E}{dt} = -\frac{5 \times 20 \cdot 10^{-3}}{16} = -6,25 \cdot 10^{-3}$$

$$\bullet v_{vol} = -\frac{1}{10 \times 0,1} (-6,25 \cdot 10^{-3}) = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \cdot \text{min}$$

4- قيمة  $t_{1/2}$  :

- حسب أولاً  $V_{E_{1/2}}$

- لدينا سابقاً :

$$V_E = 0,1 - 10x(t)$$

عند اللحظة  $t_{1/2}$  نكتب :

$$V_{E_{1/2}} = 0,1 - 10x_{1/2}$$

$$x_{1/2} = \frac{2V_{E_{1/2}}}{2} = \frac{10^{-2}}{2} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

حسب تعريف  $t_{1/2}$  :

اذن :

$$V_{E_{1/2}} = 0,1 - 10(5 \cdot 10^{-3}) = 5 \cdot 10^{-2} \text{ L}$$

للاستقار مع أخذ رسم الرسم بعين الاعتبار :

$$t_{1/2} = 0,6 \times 16 = 9,6 \text{ min.}$$

وهي نفس النتيجة المتحصل عليها في الطريقة الأولى .

## حل التمرين الثالث

1- إثبات أن  $\text{Chl} = C_0 V_M$  :  
 نمثل جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$\text{Cl}_2$	+	$2\text{HO}^-$	=	$\text{ClO}^-$	+	$\text{Cl}^-$	+	$\text{H}_2\text{O}$
ابتدائية	$x = 0$	$n_0(\text{Cl}_2)$		$n_0(\text{HO}^-)$		0		0		بوفرة
انتقالية	$x$	$n_0(\text{Cl}_2) - x$		$n_0(\text{HO}^-) - 2x$		$x$		$x$		بوفرة
نهائية	$x_{\max}$	$n_0(\text{Cl}_2) - x_{\max}$		$n_0(\text{HO}^-) - 2x_{\max}$		$x_{\max}$		$x_{\max}$		بوفرة

- نكتب عبارة التقدم الأعظمي  $x_{\max}$  من أجل انحلال كلي لحجم قدره  $\text{Chl L}^\circ$  من غاز ثنائي الكلور و الحصول على حجم  $V = 1\text{L}$  من ماء جافيل .  
 - التركيز المولي  $C_0$  لماء جافيل هو التركيز النهائي للشاردة  $\text{ClO}^-$  عند الانتهاء من تحضيره أي :

$$C_0 = [\text{ClO}^-]_f$$

- اعتمادا على جدول التقدم :

$$[\text{ClO}^-]_f = \frac{x_{\max}}{V} = x_{\max} \quad (V = 1\text{L})$$

و منه :

$$C_0 = x_{\max} \rightarrow x_{\max} = C_0 \dots\dots\dots (1)$$

من جدول التقدم أيضا :

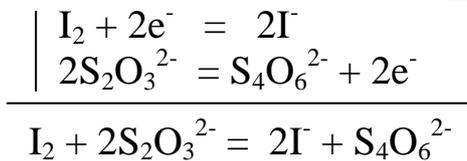
$$n_0(\text{Cl}_2) - x_{\max} = 0$$

$$\frac{\text{Chl}}{V_M} - x_{\max} = 0 \rightarrow \dots\dots\dots (2)$$

من (1) ، (2) :

$$\frac{\text{Chl}}{V_M} = C_0 \rightarrow \text{Chl} = C_0 V_M$$

2-أ- المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع و معادلة تفاعل أكسدة- إرجاع :



$$\therefore C_1 = \frac{C_2 \cdot V_E}{2V_1} \quad \text{ب- إثبات}$$

عند التكافؤ و بالاعتماد على معادلة المعايرة :

$$n_0(\text{I}_2) = \frac{n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})}{2} \rightarrow n_0(\text{I}_2) = \frac{C_2 V_E}{2} \dots\dots\dots (1)$$

- نمثل جدول تقدم تفاعل ماء جافيل مع يود البوتاسيوم :

الحالة	التقدم	$\text{ClO}^-$	$+ 2\text{I}^-$	$+ 2\text{H}_3\text{O}^+$	$+ \text{I}_2$	$+ \text{Cl}^-$	$+ 3\text{H}_2\text{O}$
ابتدائية	$x = 0$	$n_1(\text{ClO}^-)$	كمية كافية	بوفرة	0	0	بوفرة
انتقالية	$x$	$n_1(\text{ClO}^-) - x$	كمية كافية	بوفرة	$x$	$x$	بوفرة
نهائية	$x_{\max}$	$n_1(\text{ClO}^-) - x_{\max}$	كمية كافية	بوفرة	$x_{\max}$	$x_{\max}$	بوفرة

- كمية مادة  $\text{I}_2$  المعايرة هي نفسها كمية مادة  $\text{I}_2$  الناتجة في نهاية التفاعل ، أي :

$$n_0(\text{I}_2) = n_f(\text{I}_2)$$

- من جدول التقدم :  $n_f(\text{I}_2) = x_{\max}$  ، و منه :

$$n_0(\text{I}_2) = x_{\max} \dots\dots\dots (2)$$

- يود البوتاسيوم بكمية كافية يعني كمية مادة  $\text{ClO}^-$  تتفاعل كليا و من جدول التقدم أيضا :

$$n_1(\text{ClO}^-) - x_{\max} = 0$$

$$C_1V_1 - x_{\max} = 0 \rightarrow x_{\max} = C_1V_1 \dots\dots\dots (3)$$

بتعويض (3) في (2) :

$$n_0(\text{I}_2) = C_1V_1$$

و بالتعويض في (1) يصبح :

$$C_1V_1 = \frac{C_2V_E}{2} \rightarrow C_1 = \frac{C_2V_E}{2V_1}$$

ج- قيمة  $C_1$  :

من العلاقة السابقة :

$$C_1 = \frac{10^{-1} \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 0,5 \text{ mol/L}$$

قيمة  $C_0$  :

بما أن المحلول الأصلي ذو التركيز المولي  $C_0 = 4$  مرات من أجل الحصول على المحلول المعاير ذو التركيز المولي  $C_1$  يكون :

$$C_0 = 4C_1 = 4 \cdot 0,5 = 2 \text{ mol/L}$$

- قيمة  $^{\circ}\text{Chl}$  :

من عبارة  $^{\circ}\text{Chl}$  السابقة :

$$^{\circ}\text{Chl} = C_0V_M = 2 \cdot 22,4 = 44,8^{\circ}\text{Chl}$$

3- أ- التركيز الابتدائي للعينتين (1) ، (2) :

العينتين لهما نفس الدرجة الكلورومترية هذا يعني أن لهما نفس التركيز  $[\text{ClO}^-]_0$  ، و من البيان :

$$[\text{ClO}^-]_0 = 4,3 \cdot 0,5 = 2,15 \text{ mol/L}$$

العينتان حديثتا الصنع أم لا :

عند مقارنة القيمة التجريبية لـ  $[\text{ClO}^-]_0$  مع تلك المتحصل عليها اعتمادا على الدرجة الكلورومترية و المأخوذة من قارورة ماء جافيل نجد  $[\text{ClO}^-]_0 > C_0$  ، نستنتج ان العينة ليست حديثة الصنع .

ب- عبارة السرعة الحجمية لاختفاء  $\text{ClO}^-$  :

$$v_{\text{vol}}(\text{ClO}^-) = - \frac{1}{V} \frac{dn(\text{ClO}^-)}{dt}$$

- قيمة  $v_{\text{vol}}(\text{ClO}^-)$  :

- نكتب عبارة السرعة الحجمية لاختفاء  $\text{ClO}^-$  بدلالة ميل المماس  $\frac{d[\text{ClO}^-]}{dt}$  .

- حسب تعريف السرعة الحجمية لاختفاء  $\text{ClO}^-$  :

$$v_{\text{vol}}(\text{ClO}^-) = -\frac{1}{V} \frac{dn(\text{ClO}^-)}{dt} = -\frac{1}{V} \frac{d[\text{ClO}^-]V}{dt} \rightarrow v_{\text{vol}}(\text{ClO}^-) = -\frac{d[\text{ClO}^-]}{dt}$$

من البيان و بالنسبة للعينة (1) :

$$v_{\text{vol}}(\text{ClO}^-) = -\frac{d[\text{ClO}^-]}{dt} = -\left(-\frac{0,7 \cdot 0,5}{30}\right) = 7 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L.min}$$

من البيان و بالنسبة للعينة (2) :

$$v_{\text{vol}}(\text{ClO}^-) = -\frac{d[\text{ClO}^-]}{dt} = -\left(-\frac{1,5 \cdot 0,5}{50}\right) = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L.min}$$

الاستنتاج : السرعة الحجمية لاختفاء  $\text{ClO}^-$  في العينة (2) ذات درجة الحرارة  $40^\circ\text{C}$  أكبر من السرعة الحجمية في العينة (1) ذات درجة الحرارة  $20^\circ\text{C}$  ، نستنتج أن السرعة الحجمية لاختفاء  $\text{ClO}^-$  تكون أكبر عند درجة حرارة جـ- النتيجة التي استخلصناها من الدراسة السابقة هي أنه كلما كانت درجة الحرارة أكبر كانت السرعة الحجمية لاختفاء  $\text{ClO}^-$  أكبر و بالتالي للحفاظ على ماء جافيل أطول يجب كبح تفكك  $\text{ClO}^-$  بوضع ماء جافيل في مكان بارد .

تمنيتي لكم التوفيق و النجاح