

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 $(\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}))$ و كربونات الكالسيوم الصلب $\text{CaCO}_3(\text{s})$ ، 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 :

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

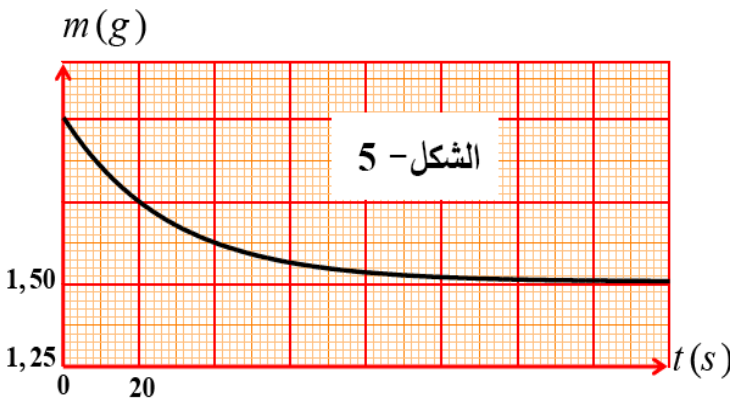
2-أ- احسب قيمة x_{max} مبينا المتفاعل المحد.

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

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

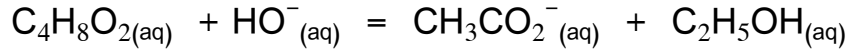
4- جد من البيان زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

يعطى : $M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ g/mol}$.



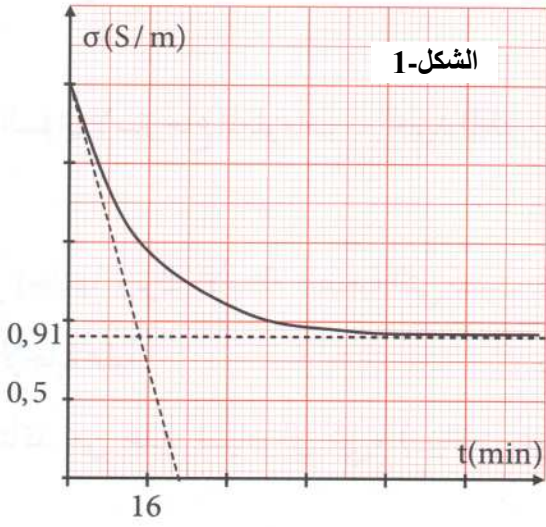
التمرين الثاني : (U01-Ex96)

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 .
 يمدج التحول الكيميائي الحادث بالمعادلته الكيميائية التالية :



الطريقة الأولى :

نمزج عند اللحظة $t = 0$ ، 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) .



1- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل .

2- أ- جد عبارة الناقلية النوعية الابتدائية σ_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 .

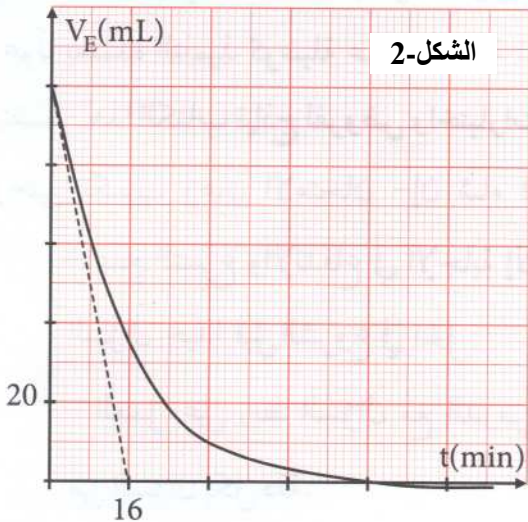
ب- احسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$.

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

الطريقة الثانية :

نمزج عند اللحظة $t = 0$ ، من 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 .



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 $t = 0$.

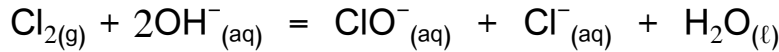
4- عرف $t_{1/2}$ ثم عين قيمته بيانيا ، قارن النتيجة مع تلك المتحصل عليها بالطريقة الأولى .

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

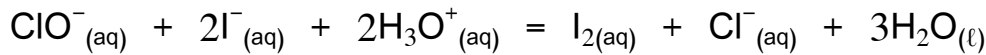
استعمالهما لتحضير لتر واحد من ماء جافيل . بين أن : $^\circ\text{ChI} = \text{C}_0\text{V}_\text{M}$

حيث : $\text{V}_\text{M} = 22.4 \text{ L/mol}$ هو الحجم المولي للغاز و C_0 هو التركيز المولي لماء جافيل .

2- نأخذ العينة (A) من ماء جافيل المحفوظ عند درجة الحرارة 20°C تركيزه المولي بشوارد الهيپوكلوريت ClO^-

هو C_0 و نمددها 4 مرات ليصبح تركيزه المولي 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 $(2\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}))$ 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 $\text{V}_E = 20 \text{ mL}$.

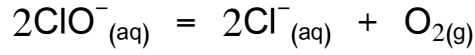
تعطى الثنائيتين (ox/red) الداخلتين في تفاعل المعايرة : $(\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-(\text{aq}))$ و $(\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}))$.

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 C_1 ثم استنتج C_0 و $^\circ\text{ChI}$.

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

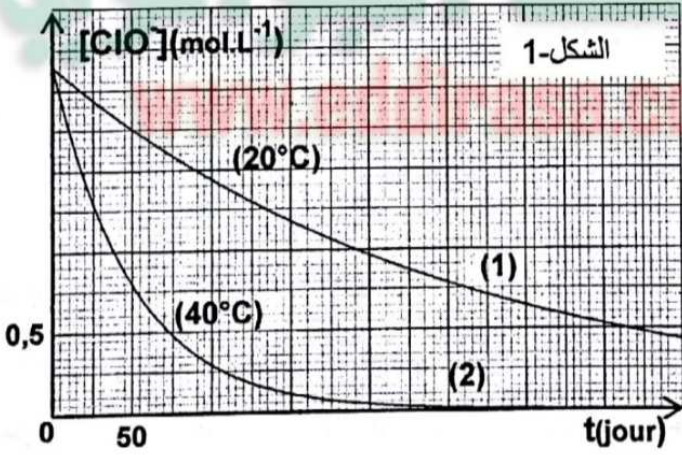


يمثل الشكل-1 المنحنيين البيانيين لتغيرات تركيز شوارد ClO^- بدلالة الزمن الناتجين عن المتابعة الزمنية لتطور عينتين من ماء جافيل حضرتا بنفس الدرجة الكلورومترية للعيونة (A) عند درجتي الحرارة 20°C بالنسبة للعيونة (1) و 40°C بالنسبة للعيونة (2) . العينتان حديثتا الصنع عند اللحظة $t = 0$.

أ- استنتج بيانيا التركيز الابتدائي للعينين (1) ، (2) ، بالشوارد ClO^- . هل العيونة (A) حديثة الصنع ؟

ب- اكتب عبارة السرعة الحجمية لاختفاء الشوارد 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	$CaCO_3$	$+ 2H_3O^+$	$= CO_2 + Ca^{2+} + H_2O$
انتائية	$x=0$	$n_0(CaCO_3)$	$n_0(H_3O^+)$	0
انتائية	x	$n_0(CaCO_3) - x$	$n_0(H_3O^+) - 2x$	x
حالية	x_{max}	$n_0(CaCO_3) - x_{max}$	$n_0(H_3O^+) - 2x_{max}$	x_{max}

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

• $n(Ca^{2+}) = x$ ----- (1)

• $n(CaCO_3) = n_0(CaCO_3) - x$ ----- (2)

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

$$n(CaCO_3) = n_0(CaCO_3) - n(Ca^{2+})$$

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

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

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

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

2-2-3 قيمة x_{max} من البيان :

• $m_0(CaCO_3) = 1,5 + (2 \cdot 0,25) = 2 \text{ g}$

• $m_f(CaCO_3) = 1,5 \text{ g} = m_0$

ومن العلاقة السابقة يمكن كتابة :

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

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

المفاعل الواحد :
 من البيان $m_f(\text{CaCO}_3) \neq 0$ ، إذن للمفاعل الواحد نحو H_3O^+
 قيمة Ca :
 بما أن H_3O^+ مفاعل واحد 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 Ca^{2+} :
 - نكتب عبارة السرعة الحجمية لتشكل Ca^{2+} بدلالة
 ميل المماس $\frac{dm}{dt}$

- وسبب تعريف السرعة الحجمية لتشكل Ca^{2+} :

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

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

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
التعاليق	α	$n_0 - \alpha$	$n_0 - \alpha$	α	α
لحالة	α_{max}	$n_0 - \alpha_{max}$	$n_0 - \alpha_{max}$	α_{max}	α_{max}

في - P- عبارة δ_0 بدلالة n_0 ، V ، $\lambda(Na^+)$ ، $\lambda(OH^-)$ ، $\lambda(CH_3CO_2^-)$ ، $\lambda(C_2H_5OH)$ عند اللحظة $t=0$ المزيج يحتوي على الشوارد Na^+ ، OH^- ، 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 α_{max} :

- نفرض أن $C_4H_8O_2$ متفاعل مع OH^-

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

- نفرض أن HO^- متفاعل مع $C_4H_8O_2$

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

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

اذن:

3- حساب δ_{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 :

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

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

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

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

$$\delta_{CH} = \frac{411 \cdot 10^3 - 20 \cdot 10^3}{100 \cdot 10^{-6}} x + 2,5$$

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

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 :

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

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

كما سبق :

نشتق الطرفين بالنسبة للزمن :

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

العويض في عبارة السرعة الحجمية :

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

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 σ_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:

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

عند التكافؤ ومن معادلة المعايرة:

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

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

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

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

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

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	Cl_2	+	2HO^-	=	ClO^-	+	Cl^-	+	H_2O
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 Chl L° 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 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 :

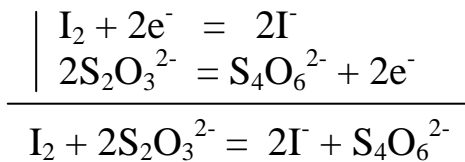
$$n_0(\text{Cl}_2) - x_{\max} = 0$$

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

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 :



ب- إثبات $C_1 = \frac{C_2 \cdot V_E}{2V_1}$:

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	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 I_2 المعايرة هي نفسها كمية مادة 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 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 ClO^- :

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

- قيمة $v_{vol}(ClO^-)$:

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

- حسب تعريف السرعة الحجمية لاختفاء ClO^- :

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

من البيان و بالنسبة للعينة (1) :

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

من البيان و بالنسبة للعينة (2) :

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

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

تمنيتي لكم التوفيق و النجاح