1- أحسب كمية المادة الإبتدائية للمتفاعلات .

2-أنجز جدول تقدم التفاعل ثم إستنتج التقدم الأعظمي X_{max} .

3- ماهي العلاقة التي تربط بين الأفراد الكيميائية بدلالة التقدم X ؟

4- بين أن : $[H_2C_2O_4] = \frac{C1-[CO_2]}{2}$

5- بين أن : $[H_2C_2O_4] = \frac{C_1}{2} - \frac{3[Cr^{3+}]}{2}$

6- بين أن : $[Cr^{3+}] = C_2 - 2[Cr_2O_7^{2-}]$

7- بين أن : $[Cr^{3+}] = \frac{[CO_2]}{2}$

8- بين أن : $[CO_2] = 0{,}06 - 6[Cr_2O_7^{2-}]$

9- بين أن السرعة الحجمية لتشكل Cr^{3+} تعطى بالعلاقة التالية : $V_{vol}(Cr^{3+}) = \frac{d[Cr^{3+}]}{dt}$

- ثم أحسب قيمتها عند اللحظة $t = 0$.

10- بين أن السرعة الحجمية لتشكل CO_2 تعطى بالعلاقة التالية :

$$V_{vol}(CO_2) = 3V_{vol}(Cr^{3+})$$

- ثم أحسب قيمتها عند اللحظة $t = 0$.

11- بين أن السرعة الحجمية لإختفاء $H_2C_2O_4$ تعطى بالعلاقة التالية :

$$V_{vol}(H_2C_2O_4) = \frac{3}{2}V_{vol}(Cr^{3+})$$

- ثم أحسب قيمتها عند اللحظة $t = 0$.

12- بين أن السرعة الحجمية لإختفاء $Cr_2O_7^{2-}$ تعطى بالعلاقة التالية :

$$V_{vol}(Cr_2O_7^{2-}) = \frac{1}{2}V_{vol}(Cr^{3+})$$

- ثم أحسب قيمتها عند اللحظة $t = 0$.

13- أحسب التركيز النهائي $[Cr^{3+}]_f$, هل إنتهى التفاعل عند اللحظة t=350s ؟ علل ؟

14- أوجد قيمة $t_{\frac{1}{2}}$

التمرين ④ (☆☆☆)

- الليكول $Lugol$ مادة مطهرة تباع عند الصيدليات مكونها الأساسي هو ثنائي اليود $I_{2(aq)}$.

نغمر صفيحة من الزنك $Zn_{(s)}$ كتلتها m_0 في كأس يحتوي على حجم V الليكول حيث التركيز الإبتدائي لثنائي اليود C_0 التحول الكيميائي بين الزنك والليكول بطيئ وتام .

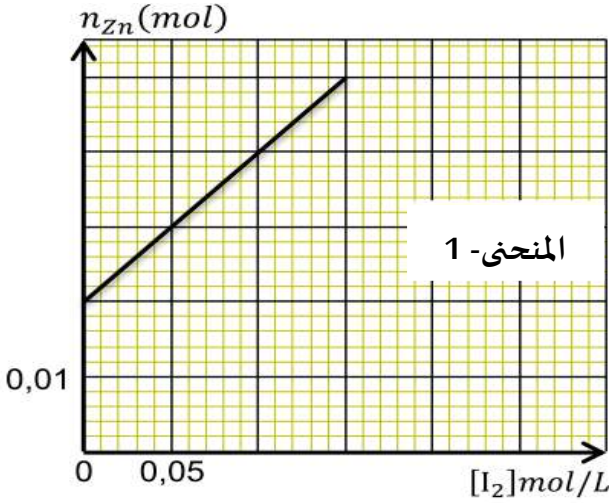
1- كيف يمكن التأكد تجريبيا من أن التفاعل بطيء ؟

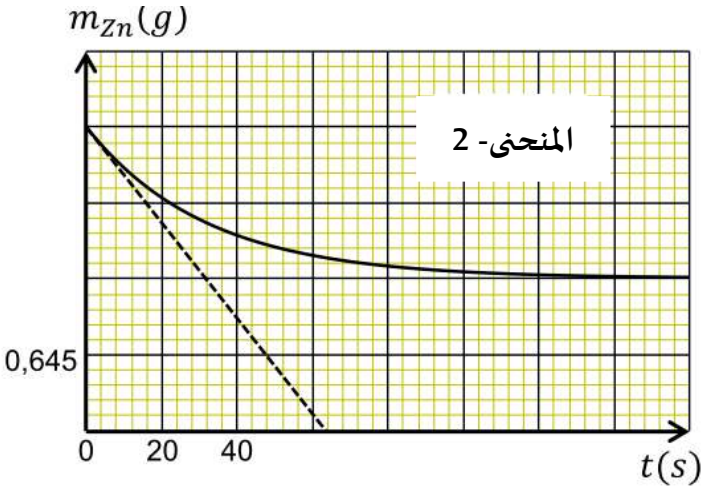
2- أكتب معادلة تفاعل الأكسدة والإرجاع الحادث ثم ضع جدولا لتقدم التفاعل . تعطى الثنائيتين (Zn^{2+}/Zn) (I_2/I^-)

3- إعتمادا على جدول التقدم بين أن :

$$n_{zn} = V[I_2] + \frac{m_0}{m_{zn}} - C_0V$$

4- بواسطة تقنية خاصة تمكنا من رسم المنحنيين البيانيين التاليين :





- إعتمادا على المنحنيين 1 و 2 أجب على الأسئلة التالية :

1- إستنتج المتفاعل المحد .

2- أكتب معادلة البيان $n_{zn} = f(I_2)$

3- حدد قيم كل من X_{max} , V و C_0 .

4- حدد زمن نصف التفاعل $t_{\frac{1}{2}}$.

5- بين أن السرعة الحجمية للتفاعل تعطى بالعبارة التالية

$$V_{vol} = -\frac{1}{V.M_{zn}} \times \frac{dm_{zn}}{dt}$$

ثم أحسب قيمة السرعة الحجمية عند $t = 0$

- تعطى : $M_{zn} = 65\ g/mol$

التمرين ⑤ (☆☆☆) | حساب $t_{\frac{1}{2}}$ و ϑ

ينمذج التحول الكيميائي الحادث بين محلول (S_1) لحمض الأكساليك $(H_2C_4O_4)$ ومحلول (S_2) لبيكرومات اليوتاسيوم $(2K^+ + Cr_2O_7^{2-})$ في وسط حمضي بالمعادلة التالية :

$$3H_2C_2O_4 + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 6CO_2 + 7H_2O$$

1- إ ستنتج الثنائيتين $(^{Ox}/_{Red})$ الداخلتين في التفاعل .

2- أنشئ جدول تقدم التفاعل .

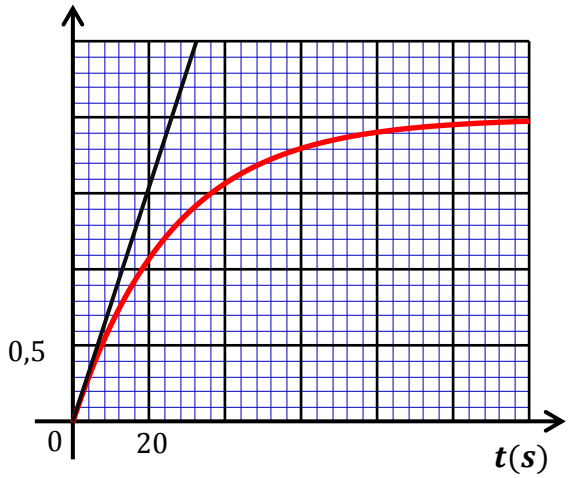
✓ المتابعة الزمنية للتحول كيميائي مكنت من رسم المنحنيات البيانية 1 , 2, 3 ,4 و 5

3- إعتمادا على كل بيان جد ما يلي :

أ- زمن نصف التفاعل $t_{\frac{1}{2}}$.

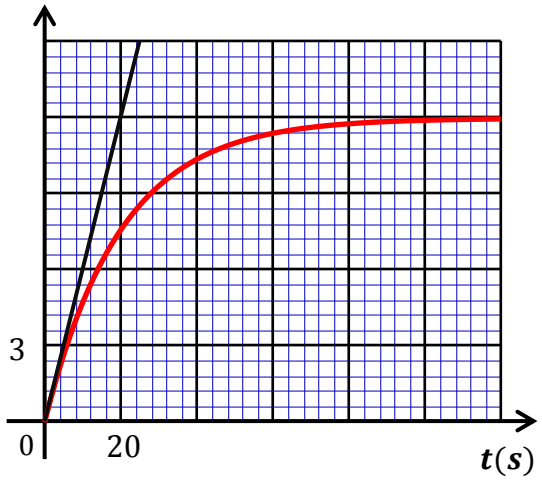
ب- سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 0$.

$x(mmol)$



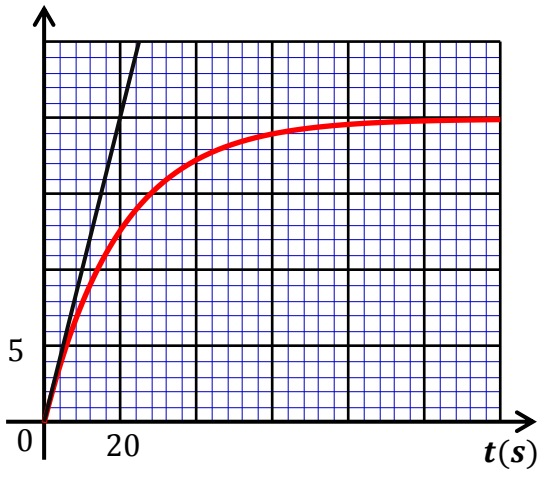
①

$n(co_2)(mmol)$

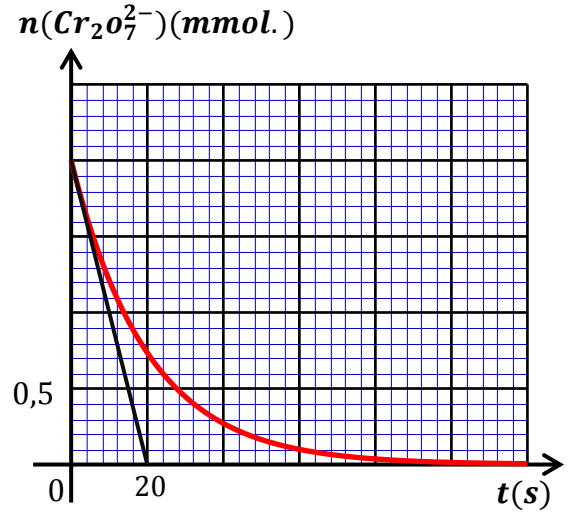


②

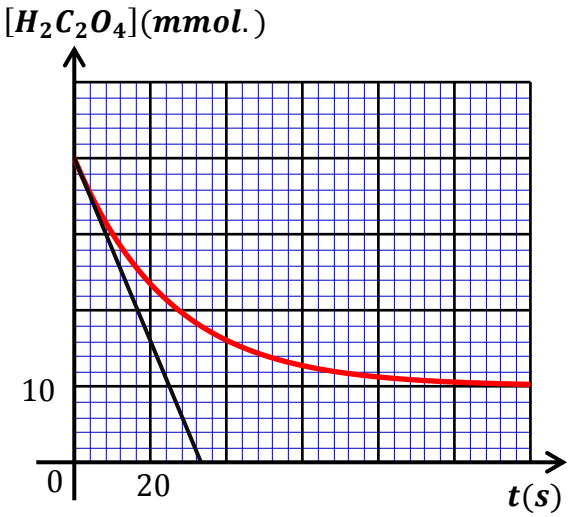
$[Cr^{3+}](mmol.L^{-1})$



③



④



⑤

التمرين ⑥ (☆☆☆) | الماء الأكسجيني H_2O_2

- يحفظ الماء الأكسجيني $H_2O_{2(aq)}$ في قارورات خاصة بسبب التفكك الذاتي البطيئ جدا وفق المعادلة :

$$2H_2O_{2(aq)} = 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$$

تحمل الورقة الملصقة على قارورته في المختبر على الكتابة التالية $10V$ وتعني $1L$ من الماء الأكسجيني ينتج بعد تفككه $10L$ من غاز ثنائي الأكسجين في الشروط النظامية حيث الحجم المولي $V = 22{,}4L.mol^{-1}$.

1- مثل جدول تقدم التفاعل المنمذج لتفكك الماء الأكسجيني .

2- أثبت أن التركيز المولي للماء الأكسجيني يعبر عنه بدلالة $V(H_2O_2)$ حجم الماء الأكسجيني المتفكك و $V(O_2)$ حجم غاز ثنائي الأكسجين الناتج عن هذا التفكك في الشرطين النظاميين بالعلاقة التالية :

$$C_0 = \frac{2}{V_m} \times \frac{V(O_2)}{V(H_2O_2)}$$

3- بين أن التركيز المولي للماء الأكسجيني الموافق للكتابة $10V$ هو : $C_0 = 0{,}893\ mol.L^{-1}$

4- قام التلاميذ في حصة الأعمال التطبيقية بدراسة حركية التحول السابق , حيث وضع الأستاذ في متناولهم :

- قارورة تحتوي على $500\ ml$ من الماء الأكسجيني S_0 منتج حديثا كتب عليها ماء أكسجيني $10V$.
- قارورة حمض الكبريت المركز 98% .
- الزجاجيات الملائمة .

قام الأستاذ بتفويج التلاميذ إلى أربع مجموعات A , B , C, D ثم طلب منهم القيام بما يلي :

أولا : تحضير محلول S بحجم $200\ ml$ أي بتمديد عينة من المحلول S_0 40 مرة

- ضع بروتوكولا تجريبيا لتحضير المحلول S و إستنتج تركيزه المولي C .

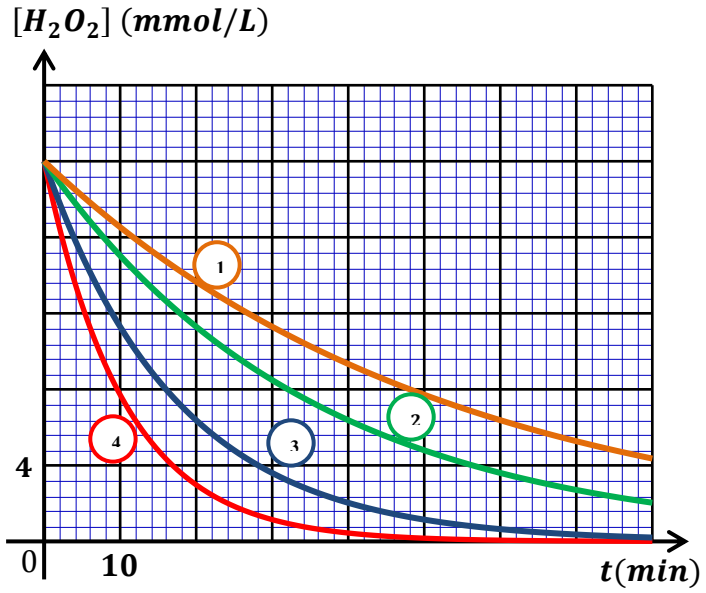
ثانيا : تأخذ كل مجموعة حجما من المحلول S وتضيف إليه حجما معينا من محلول يحتوي على شوارد الحديد الثلاثي (Fe^{3+}) كوسيط وفق الجدول التالي :

رمز المجموعة	A	B	C	D
حجم الوسيط المضاف (ml)	1	5	0	2
حجم H_2O_2 المضاف	49	45	50	48
حجم الوسط التفاعلي	50	50	50	50

1- ماهو دور الوسيط ؟ وماهو نوع الوساطة ؟

2- تأخذ كل مجموعة في لحظات زمنية مختلفة حجما مقداره $10ml$ من الوسط التفاعلي الخاص بها ويوضع في الماء البارد والجليد وتجرى له عملية المعايرة بمحلول برمنغنات البوتاسيوم المحمضة . مالغرض من إستعمال الماء البارد والجليد ؟

3- سمحت عمليات المعايرة برسم المنحنيات البيانية التالية



أ- حدد البيان الخاص بكل مجموعة .

ب- نريد التحقق من هذه القارورة إذا كانت محضرة حديثا أو محضرة منذ مدة , إستنتج التركيز المولي للمحلول الممدد ثم التركيز المولي لمحلول الماء الأكسجيني الموجود في القارورة . هل هذا المحلول محضر حديثا ؟

ج- لو أعدنا التجربة السابقة بإستعمال محلول ماء أكسجيني تركيزه أقل من المحلول الإبتدائي المستعمل في بداية التجربة , أرسم كيفيا شكل المنحنى في هذه الحالة مع التبرير .

التمرين ⑦ (☆☆☆) | ماء الجافيل

I- ماء الجافيل منتوج شائع لفعاليته ضد العدوى البكتيرية والفيروسية . وهو محلول مائي يمكن الحصول عليه بإذابة غاز ثنائي الكلور Cl_2 في محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ وفق المعادلة التالية :

$$Cl_{2\,(g)} + 2OH^-_{(aq)} = ClO^-_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \quad (1)$$

يعرف غالبا بدرجته d الكلورومترية °Chl وهي حجم غاز الكلور اللازم لتحضير $1L$ من ماء الجافيل (حيث غاز الكلور مقاسا في الشرطين النظاميين ومعبرا عن مقدار حجمه باللتر) .

أثناء تحضير ماء الجافيل الشوارد $(OH^-_{(aq)})$ توجد بالزيادة .

1- بين أن كمية مادة غاز الكلور Cl_2 المنحلة في حجم V من ماء جافيل درجته الكولومترية d يعبر عنها بالعلاقة :

$$n_0(cl_2) = \frac{d.V}{V_M}$$

2- مثل جدول التقدم للتفاعل (1).

3- عبر عن $[ClO^-]$ في حجم V من ماء جافيل بدلالة درجته الكلورومترية d والحجم المولي V_M , ثم تأكد أن التركيز المولي لشوارد الهيبوكلوريت $ClO^-_{(aq)}$ يتناسب طرديا مع الدرجة الكلورومترية d .

4- أحسب قيمة $[ClO^-]$ في قارورة تحتوي على ماء جافيل ذو درجة $12°Chl$.

II- إن خصائص ماء الجافيل تعود إلى الطبيعة المؤكسدة لشوارد الهيبوكلوريت $ClO^-_{(aq)}$, تتفاعل شوارد الهيبوكلوريت خاصة بحضور الماء كما يلي :

في الوسط الأساسي وفق المعادلة :

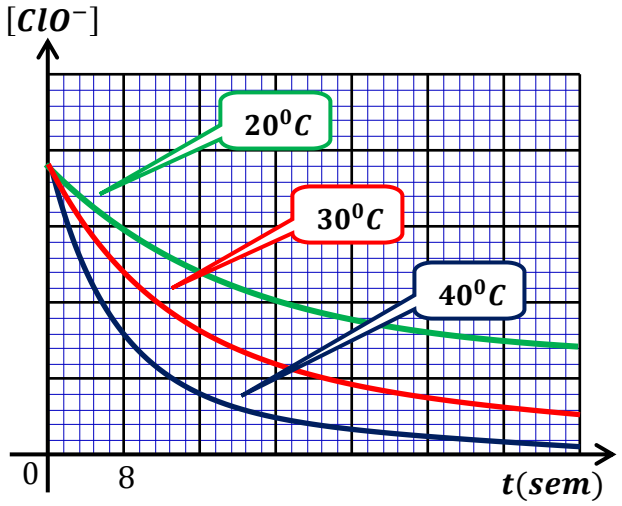
$$2ClO^-_{(aq)} = 2Cl^-_{(aq)} + O_{2\,(g)} \quad (2)$$

$$ClO^-_{(aq)} + Cl^-_{aq} + 2H_3O^+_{(aq)} = Cl_{2\,(g)} + 3H_2O_{(l)} \quad (3)$$

نقرأ على غلاف التعبئة بعض الإرشادات لتخزين وإستعمال ماء الجافيل وهي :

- يحفظ في مكان بارد بعيدا عن الشمس والضوء .
- لا يستعمل مع منتوجات أخرى .

- الشكل المقابل يحدد تطور التفاعل (2) في درجات حرارة مختلفة .



1- بين أن الدرجة الكلورومترية لماء الجافيل تتغير بتغير الزمن .

2- إن تفحص الشكل يبين تأثير عاملين حركيين , ماهما ؟ برر إجابتك .

3- هل التوصية يحفظ في مكان بارد محققة ؟

4- لماذا ينصح خاصة في المنازل بعدم مزج منظفات ذات طابع حمضي مع ماء الجافيل عند إستعماله ؟

5- لاتوجد مدة صلاحية الإستعمال على غلاف تعبئة قارورة ماء الجافيل بخلاف الأكياس . علل هذا الإختلاف .

يعطى :

	قارورات 1 أو 2 لتر	في أكياس 250 ml (مركز)
°Chl	12^0	48^0

التمرين ⑧ (☆☆☆) المعايرة اللونية

- نمزج عند اللحظة $t = 0$ حجم $V_1 = 500ml$ من محلول برمنغنات البوتاسيوم $(K^+ + MnO_4^-)$ تركيزه المولي $C_1 = 0{,}06mol/L$ مع حجم $V_2 = 500ml$ من محلول حمض الأوكساليك $H_2C_2O_{4(aq)}$ تركيزه المولي $C_2 = 0{,}06mol/L$, نكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي بالشكل :

$$\mathbf{5H_2C_2O_4 + 2MnO_4^- + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O}$$

1- أكتب جدول تقدم التفاعل .

2- هل المزيج الإبتدائي ستكيومتري ؟

3- بين أنه في لحظة t : $CO_2 = 0{,}15 - 5[MnO_4^-]$

- لمتابعة التفاعل نأخذ خلال أزمنة مختلفة t حجما $V = 10ml$ من المزيج , ثم نعاير كمية مادة شوارد البرمنغنات المتبقية $MnO_{4(aq)}^-$ بواسطة محلول لكبريتات الحديد الثنائي $(Fe_{(aq)}^{2+} + SO_{4(aq)}^{2-})$ ذي التركيز $C = 0.25Mol/L$ تعطى الثنائية $(Fe_{(aq)}^{3+}/Fe_{(aq)}^{2+})$.

4- أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

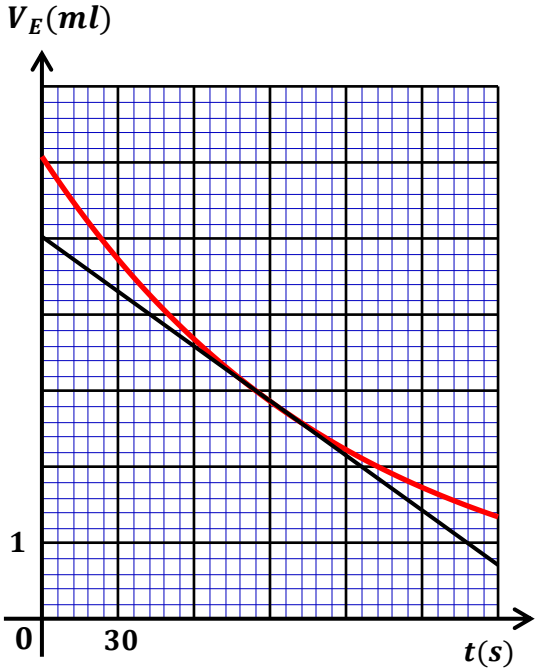
5- عرف التكافؤ , و إستنتج عبارة حجم محلول كبريتات الحديد الثنائي المضاف عند التكافؤ بدلالة C و V_0 و $\bar{4}$.

6- قسنا حجم التكافؤ خلال أزمنة مختلفة t ثم تم رسم المنحنى $V_E = f(t)$.

أ- أحسب السرعة الحجمية لتشكل CO_2 عند $t = 90s$.

ب- إستنتج السرعة الحجمية لتشكل Mn^{2+} عند $t = 90s$.

ج- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ثم حدد قيمته .



التمرين ⑨ (☆☆☆) الناقلية

تصبن إستر هو تفاعل إستر $R - COO - R'$ مع محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na_{(aq)}^+ + OH_{(aq)}^+)$, نمزج في اللحظة $t = 0$ كمية $n_1 = 1mmol$ من هيدروكسيد الصوديوم مع كمية زائدة من الإستر .

المعادلة المنمذجة للتفاعل الكيميائي هي :

$$\mathbf{CH_3 - COO - C_2H_5 + OH^- = CH_3 - COO^- + C_2H_5 - OH}$$

1- نقيس ناقلية المزيج في لحظات مختلفة وندون النتائج في الجدول التالي :

$t(min)$	0	5	9	13	20	27	نهاية التطور
$G(ms)$	2,5	2	1,92	1,78	1,6	1,48	0,91
x $(mmol)$							

أ- عبر عن الناقلية G بدلالة ثابت الخلية K وتراكيز الشوارد المتواجدة في المزيج التفاعلي .

ب- باستعمال قياس الناقلية عند اللحظة $t = 0$ أحسب النسبة $\frac{K}{V}$ مبينا وحدتها , حيث V هو حجم الوسط التفاعلي .

ج- أنشئ جدول التقدم ثم تأكد من قيمة الناقلية في نهاية التحول .

2- نرمز ل $G(t)$ الناقلية في اللحظة t , تأكد أن عبارة التقدم x في كل لحظة بدلالة G(t) هي :

$$x = 1{,}75 \times 10^{-3} - 0{,}63G(t)$$

3- مثل البيان $X = f(t)$ وإستنتج منه زمن نصف التفاعل .

التمرين ⑩ (☆☆☆) | الناقلية

نضع في بالونة 2g من كربونات الكالسيوم $CaCO_{3(s)}$ وحلول حمض كلور الماء ($H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$) حجمه $V = 100ml$ وتركيزه 0,1 mol/L المعادلة المنمذجة للتفاعل المدروس هي :

$$\mathbf{CaCO_{3(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} = Ca^{2+}_{(aq)} + CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}}$$

نقوم بمتابعة هذا التحول الكيميائي بواسطة قياس الناقلية في كل لحظة .

1- ماهي الأفراد الكيميائية المسؤولة عن الناقلية ؟ وما هو الفرد الخامل ؟

2- نلاحظ تجريبيا تناقص في الناقلية النوعية للوسط التجريبي علل .

3- أنشئ جدول تقدم التفاعل .

4- أحسب الناقلية النوعية σ_0 للمحلول عند اللحظة $t = 0$.

5- برهن أن الناقلية النوعية σ مرتبطة بالتقدم x بالعلاقة :

$$\sigma = 4{,}25 - 580x$$

6- إستنتج أن :

$$x = \frac{\sigma - \sigma_0}{\sigma - \sigma_f} \cdot x_f$$

7- إستنتج أن :

$$\sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma_0 + \sigma_f}{2}$$

يعطى :

$$\lambda(Cl^-) = 7{,}5\ ms.m^2.mol^{-1}$$
$$\lambda(H_3O^+) = 35\ ms.m^2.mol^{-1}$$
$$\lambda(Ca^{2+}) = 12\ ms.m^2.mol^{-1}$$
$$M(CaCO_3) = 100g/mol$$

رحلة الألف ميل تبدأ بخطوة