

بكالوريا 2023

المذنبه العلميه نحو الامتياز

كوكب النخبه في ماده العلوم الفزيائيه

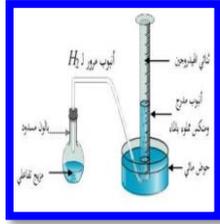
ملاحظه : هذه ماده تعتبر من اهم المواد و المعامل لها نحو الشعب الثالث يتحدث رياضيات + تقني ر (06) ، اما علوم تج (05) { ، ، كثيرا من الاهتمام و تحقق الامتياز باذن الله

1

الباقه تحتوي :

الوحده الاولى - تحت المجهر التطبيقي -

20 تمرين مرفق بالحل النموذجي { المتابعة الزمنية لتحول كيميائي }



... تذكروا ان :

تعب المراجعة افضل من ألم السقوط

<https://www.facebook.com/okba.bac.2010>

من جميع و تنظيم : عقبه بن نافع

السلسلة منتقاة من أنجع المراجع - الوحدة الأولى - جزء الكيمياء - بكالوريا 2023 -

- 1- مقتطف من تمارين الأستاذ قزوري عبد القادر
- 2- مقتطف من تمارين الأستاذ جوادة أحمد لخضر
- 3- مقتطف من باقة تمارين الأستاذ بلعمري براهيم
- 4- مقتطف من باقة تمارين الأستاذ فرقاني فارس
- 5- مقتطف من باقة تمارين الأستاذ مرازقة العيد
- 6- مقتطف من باقة تمارين - فيزياء تاشته -
- 7- اختبارات فصلية + بكالوريات تجريبية سابقة
- 8- مقتطف من باقة تمارين كتاب { المعني + تأشيرة النجاح }
- 9- تمارين من بكالوريات رسمية سابقة : { رياضيات وتقني ، ، علوم تجريبية }
- 10- تمارين من بكالوريات أجنبية : { مغربية ، ، تونسية ، ، فرنسية ... }

ملاحظة هامة :-

هذه الباقة التطبيقية التي تحتوي تمارين منتقاة بعناية و متدرّجة من حيث قيمة الأفكار التي توافق برنامج هذا الموسم 2023 / 2022 ، ، حيث تعتبر محطة مهمة من أجل التحضير الممتاز للاختبارات الفصلية القادمة ، ، و الأهم من ذلك نحو امتحان شهادة البكالوريا ، ،

■ بالنسبة للتلاميذ الشرفاء النظاميين حاولوا في السلسلة حسب الدروس المقدمة في القسم و لا تستعجلوا ، ، الوقت كاف لتحطيم كل قيود الفشل نحو الامتياز ، ،

■ بالنسبة للتلاميذ الشرفاء الأحرار ، ، حاولوا في السلسلة مباشرة مع تدوين الأفكار ، ،

{ الوحدة الأولى - المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي - 2023 - }

التمارين من الصفحة 01 إلى 21 ،، الحلول النموذجية من الصفحة 22 إلى 62

التمرين 01 :

نسكب في بيشر حجما $V_1 = 50 \text{ mL}$ من محلول يود البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$ تركيزه المولي $C_1 = 3.2 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ ، ثم نضيف له حجما $V_2 = 50 \text{ mL}$ من محلول بيروكسوديكبريتات البوتاسيوم $(2K^+_{(aq)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)})$ تركيزه المولي $C_2 = 0.20 \text{ mol.L}^{-1}$. نلاحظ أن المزيج التفاعلي يصفر ، ثم يأخذ لونا بنيا نتيجة التشكل التدريجي لثنائي اليود $I_2(aq)$ و أن الثنائيتين المشاركتين في التفاعل هما : $S_2O_8^{2-}_{(aq)}/SO_4^{2-}_{(aq)}$ و $I_2(aq)/I^-_{(aq)}$.

1- اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث .

2- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل ، ثم عين المتفاعل المحد .

3- بين أن التركيز المولي لليود المتشكل $I_2(aq)$ في كل لحظة t يعطى بالعلاقة :

$$[I_2(aq)] = \frac{C_1 V_1}{2V} - \frac{[I^-_{(aq)}]}{2} \quad \text{حيث : } V = V_1 + V_2$$

4- سمحت إحدى طرق متابعة التحول الكيميائي بحساب التركيز المولي لشوراد اليود $[I^-_{(aq)}]$ كل 5 min في المزيج التفاعلي و دونت النتائج في الجدول التالي :

t (min)	0	5	10	15	20	25
$[I^-_{(aq)}] (10^{-2} \text{ mol.L}^{-1})$	16.0	12.0	9.6	7.7	6.1	5.1
$[I_2(aq)] (10^{-2} \text{ mol.L}^{-1})$						

أ- أكمل الجدول ، ثم أرسم المنحنى البياني $[I_2(aq)] = f(t)$ على ورقة ميليمترية ترفق مع ورقة الإجابة .

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

ج- احسب سرعة التفاعل في اللحظة $t = 20 \text{ min}$ ، ثم استنتج سرعة اختفاء شوراد اليود في نفس اللحظة .

أيها التلميذ {ة} الشَّريف {ة} ::

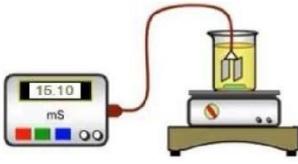
حاول ،، قاوم ،، تحدى ،، لا تتردد

لا ملل ،، لا فشل ،، حتى تحقيق ذلك الأمل

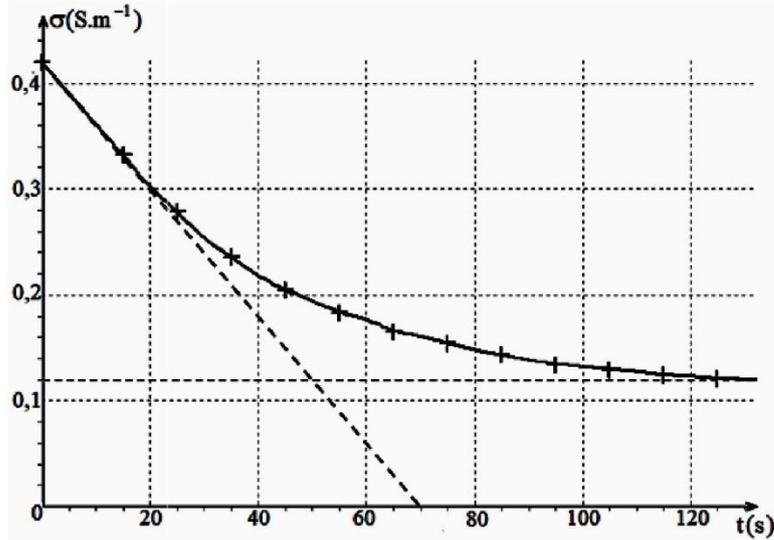
اللهم توفيقاً و نجاحاً لك



التمرين 02 :



لدراسة حركية التفاعل الكيميائي بين شوارد الهيدرونيوم ($H_3O^+_{(aq)}$) و معدن المغنزيوم $Mg_{(s)}$ عن طريق قياس الناقلية في حوالي الدرجة $21^\circ C$ ، نسكب في كأس بيشر حجما $V=50mL$ من محلول حمض كلور الماء ($H_3O^+_{(aq)}, Cl^-_{(aq)}$) تركيزه المولي $C=1,02 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$ ثم نضع كأس البيشر فوق مخلوط مغناطيسي و نشغل المخلوط ثم نغمر في المحلول خلية قياس الناقلية و ننتظر قليلا حتى تستقر قيمة الناقلية عند قيمة معينة
نشغل الكرونومتر و نضيف للمحلول الحمضي الموجود في كأس البيشر عن اللحظة $t=0$ ، عينة من مسحوق معدن المغنزيوم $Mg_{(s)}$ كتلتها $m_0=0,5g$ و نتابع تطور قيمة الناقلية G للمزيج المتفاعل بمرور الزمن.
النتائج المحصل عليها مكنتنا من إستنتاج قيم الناقلية النوعية σ ثم رسم البيان $\sigma = f(t)$ الممثل في الشكل التالي.



معادلة التحول الحادث بين شوارد الهيدرونيوم ($H_3O^+_{(aq)}$) و معدن المغنزيوم $Mg_{(s)}$ هي :



- 1- أنجز جدول تقدم التفاعل ثم جد قيمة التقدم الأعظمي X_{max} واستنتج المتفاعل المحد.
- 2- أ- إشرح لماذا يمكن متابعة هذا التحول بقياس الناقلية.
ج- لماذا لم تنعدم ناقلية المزيج في نهاية التفاعل.
- 3- أ- جد عبارة الناقلية النوعية σ_0 للمزيج المتفاعل عند اللحظة $t=0$ بدلالة $\lambda_{H_3O^+}$ ، λ_{Cl^-} و C ثم أحسب قيمتها.
ب- بين أن عبارة الناقلية النوعية σ للمزيج بدلالة التقدم x تعطى بالعلاقة : $\sigma(t) = -1156x + \sigma_0$
أ-4 عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$

ب- بين أن الناقلية النوعية σ عند اللحظة $t_{1/2}$ تعطى بالعلاقة : $\sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma_f + \sigma_0}{2}$

ج- جد من البيان قيمة $t_{1/2}$.

ج- بين أن السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة تعطى بالعلاقة : $v_{vol}(t) = -\frac{1}{1156.V} \frac{d\sigma(t)}{dt}$

أحسب قيمتها عند $t=0$.

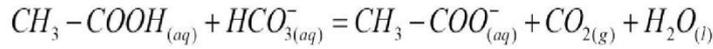
يعطى : $\lambda_{Cl^-_{(aq)}} = 7,4 mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{Mg^{2+}_{(aq)}} = 10,2 mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{H_3O^+_{(aq)}} = 34 mS.m^2.mol^{-1}$

$M(Mg) = 24,3 g.mol^{-1}$

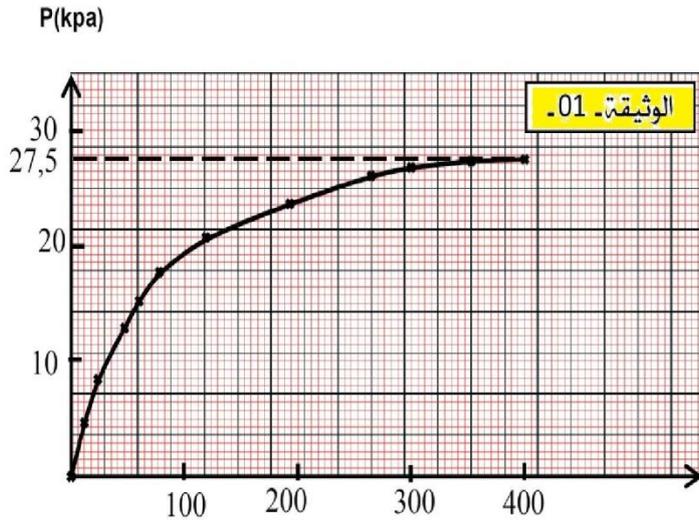
التمرين 03 :

ندخل في قارورة سعتها $V = 1,4L$ مفرغة من الهواء حجماً $V = 50mL$ من محلول حمض الإيثانويك $CH_3COOH_{(aq)}$ تركيزه المولي $C = 1,0mol.L^{-1}$ و $m = 1,26g$ من هيدروجينوكربونات الصوديوم $NaHCO_3$ ، نقوم بغلق القارورة و ربطها مباشرة بجهاز لقياس ضغط الغاز المنطلق خلال التفاعل .

نعتبر تفاعل حمض الأيثانويك مع هيدروجينوكربونات الصوديوم تحولاً تاماً ينمذج بالمعادلة التالية :



نتابع هذا التحول وذلك بتسجيل قيم ضغط الغاز المنطلق خلال كل لحظة t عند الدرجة $\theta = 25^\circ c$ فنحصل على المنحنى التالي :



1- حدد كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات .

2- صنف هذا التفاعل ، لماذا .

3- من خلال جدول تقدم التفاعل أوجد :

أ- المتفاعل المحد ، والتقدم الأعظمي .

ب- كمية المادة النظرية لثنائي أكسيد الكربون في الحالة النهائية .

4- بالإعتماد على البيان هل يمكن اعتبار

اللحظة $t = 400s$ لحظة نهاية التفاعل ؟ علل .

5- بين أن عبارة سرعة التفاعل المدروس يمكن كتابتها على الشكل التالي : $v = A \times \frac{dP}{dt}$ ، حيث A ثابت يطلب

تعيين قيمته و وحدته ، أحسب سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 100s$.

6- كيف سيكون شكل المنحنى الممثل للضغط بدلالة الزمن في الحالتين $C' = 2,0mol.L^{-1}$ و $C'' = 0,5mol.L^{-1}$ ،

وتبقى درجة الحرارة $\theta = 25^\circ c$ ، $m = 1,26g$ و $V = 50mL$.

يعطى : $M_{(NaHCO_3)} = 84g / mol$

$R = 8,314J . mol^{-1} . K^{-1}$

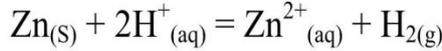
لحظة تأمل وهدوء

قد يتركك الله تنادي طويلاً ظناً منك أن صوتك لا صدى له عنده

... ل تُطِيلُ لِ النِّدَاءِ ، فيزداد الدُّعَاءُ ... فيَعْظُمُ العَطَاءُ

التمرين 04 :

لمتابعة التطور الزمني للتحول الكيميائي الحاصل بين محلول حمض كلور الهيدروجين الذي يمتزج بتفاعل كيميائي ذي المعادلة :



ندخل في اللحظة $t = 0$ كتلة $m = 1.0 \text{ g}$ من معدن الزنك في دورق به $V = 40 \text{ mL}$ من محلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي $C = 5,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

نعتبر حجم الوسط التفاعلي ثابتا خلال مدة التحول و أن الحجم المولي للغاز في شروط التجربة :

$$V_M = 25 \text{ L.mol}^{-1}$$

نقيس حجم غاز ثنائي الهيدروجين $V(\text{H}_2)$ المنطلق في نفس الشرطين من الضغط و درجة الحرارة ، ندون النتائج في الجدول التالي :

t(s)	0	50	100	150	200	250	300	400	500	750
V(H ₂) (mL)	0	36	64	86	104	120	132	154	170	200
x (mol)										

1- أنجز جدولاً لتقدم التفاعل و استنتج العلاقة بين التقدم x و حجم غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق $V(\text{H}_2)$.

2- أكمل الجدول أعلاه .

3- مثل البيان $x = f(t)$ باعتماد سلم الرسم التالي : $1 \text{ cm} \rightarrow 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ ، $1 \text{ cm} \rightarrow 100 \text{ s}$

4- أحسب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظتين $t_1 = 100 \text{ s}$ ، $t_2 = 400 \text{ s}$. كيف تتطور هذه السرعة مع الزمن . علل .

5- إن التحول الكيميائي السابق تحول تام :

أ/ أحسب التقدم الأعظمي x_{max} و استنتج المتفاعل المحد .

ب/ عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ و أوجد قيمته .

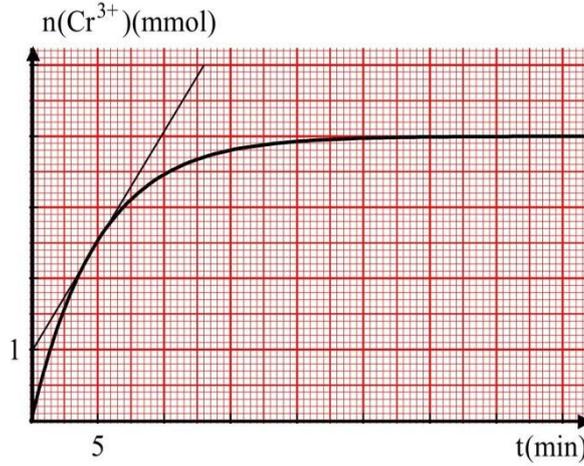
يعطى : $M(\text{Zn}) = 65 \text{ g.mol}^{-1}$..

لحظة تأمل وهدوء

... يرى النَّاجح حلاً لكلِّ مُشكلة ...
... أمَّا الفاشل فيرى المشكلة في كلِّ حلِّ ...

التمرين 05 :

لدراسة تطور حركية التحول بين محلول حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$ (aq) و شوارد البيكرومات $Cr_2O_7^{2-}$ (aq) ، نمزج في اللحظة $t = 0$ عند الدرجة $12^\circ C$ حجما $V_1 = 60$ mL من محلول حمض الأوكساليك تركيزه المولي مجهول C_1 مع حجم $V_2 = 40$ mL من محلول بيكرومات البوتاسيوم $(2K^+_{(aq)} + Cr_2O_7^{2-}_{(aq)})$ تركيزه المولي $C_2 = 0.2$ mol.L⁻¹ . منحني الشكل-1 يمثل تغيرات كمية مادة Cr^{3+} (aq) المتشكلة بدلالة الزمن .



- 1- كيف نصنف هذا التفاعل من حيث مدة استغراقه ؟ علل .
- 2- أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث ، علما أنه تفاعل أكسدة إرجاعية تشارك فيه الثنائيتان : $(CO_2/H_2C_2O_4)$ ، $(Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+})$
- 3- أحسب الكمية الابتدائية لشوارد البيكرومات $Cr_2O_7^{2-}$ (aq) ثم أنشئ جدول تقدم التفاعل المذكور .
- 4- اعتمادا على المنحنى جد :
 - أ- السرعة المتوسطة لتشكل شوارد الكروم Cr^{3+} بين اللحظتين $t = 5$ min ، $t = 15$ min .
 - ب- السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 5$ min ثم استنتج السرعة الحجمية لاختفاء حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$ عند نفس اللحظة .
 - ج- التقدم الأعظمي X_{max} .

5- بين أن كمية مادة شوارد الكروم Cr^{3+} في اللحظة $t = t_{1/2}$ تعطى بالعلاقة : $n(Cr^{3+})_{1/2} = \frac{n_f(Cr^{3+})}{2}$

حيث $n(Cr^{3+})$ هي كمية مادة شوارد الكروم الناتجة في الحالة النهائية . استنتج بيانيا قيمة $t_{1/2}$.

6- التحول الكيميائي الحادث تاما :

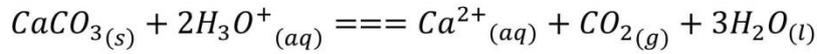
أ- عين المتفاعل المحد علما أن H^+ بوفرة .

ب- أحسب التركيز المولي الابتدائي لمحلول حمض الأوكساليك C_1 .

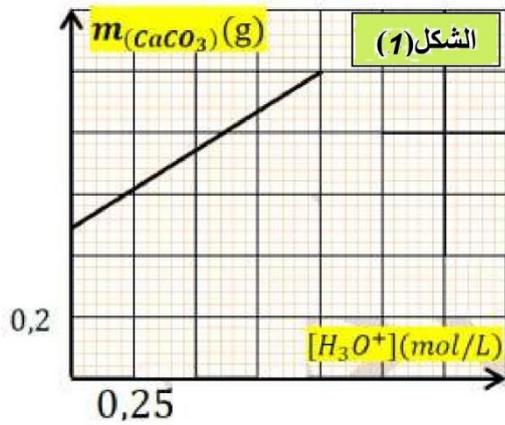
مهما كان عدد المحاولات الفاشلة ، لا تتوقف حتى تصل إلى الناجحة

التمرين 06 :

في اللحظة $t = 0$ نمزج كتلة $m_0 = 1 \text{ g}$ من كربونات الكالسيوم CaCO_3 مع حجم V من محلول كلور الماء $(\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-)_{(aq)}$ تركيزه المولي C نمذج التحول الكيميائي بالمعادلة التالية :



I- بواسطة تقنية خاصة تمكنا من رسم المنحنى البياني الذي يمثل تغيرات كتلة كربونات الكالسيوم بدلالة التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم أي $m_{(\text{CaCO}_3)} = f[\text{H}_3\text{O}^+]$ الممثل في الشكل (1).



1- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل ؟

2- اعتماداً على البيان :

أ- حدد المتفاعل المحد علماً أن التفاعل تام ؟ علل

ب- أوجد قيمة التقدم الأعظمي X_{max} ؟

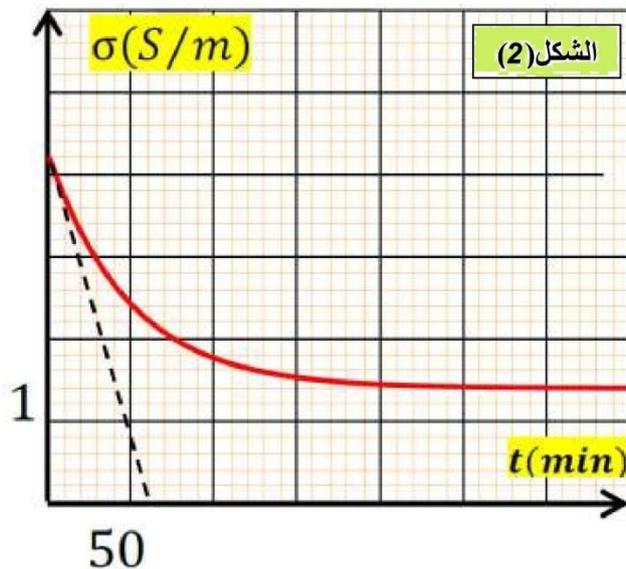
3- بالاعتماد على جدول التقدم بين أن :

$$m_{(\text{CaCO}_3)} = m_0 - \frac{MCV}{2} + \frac{MV}{2} [\text{H}_3\text{O}^+]$$

4- أكتب معادلة بيان الشكل (2) ثم استنتج قيمة V حجم المحلول و C تركيز المحلول ؟

5- ما هي كتلة كربونات الكالسيوم m_0 اللازمة عند اللحظة $t = 0$ حتى يكون المزيج ستوكيومتري ؟

II- بواسطة تجهيز مناسب تمكنا من رسم منحنى الشكل (2) الممثل لتغيرات الناقلية النوعية بدلالة الزمن $\sigma = f(t)$



$$\sigma(t) = 4,2 - 560 X(t) \quad \text{حيث}$$

1- أرسم البروتوكول التجريبي ؟

2- أ- متى ينتهي التفاعل ؟

ب - استنتج قيمة التقدم الأعظمي X_{max} ؟

3- حدد زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ؟

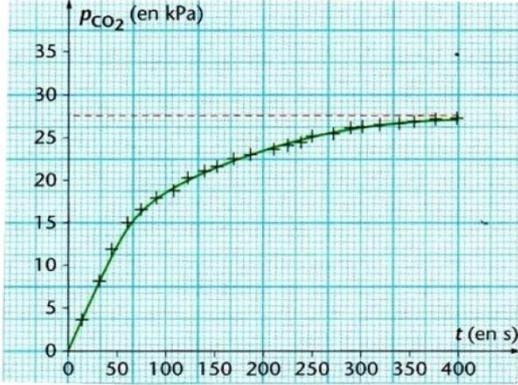
4- عرف سرعة التفاعل V

5- أحسب قيمة السرعة عند اللحظة $t = 0$ ؟

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

التمرين 07 :

نضع في بالون حجما $V = 60 \text{ ml}$ من محلول حمض الايثانويك تركيزه $C = 1.00 \text{ mol / l}$. نضيف بسرعة الى المحلول كتلة $m = 1.25 \text{ g}$ من هيدروكربونات الصوديوم $\text{NaHCO}_3 (\text{s})$. ثم نسد البالون بإحكام بواسطة سدادة تحتوي على أنبوب لتجميع الغاز الناتج الموصول بجهاز لقياس الضغط . ينفذ التحول السابق وفق المعادلة :



البيان الجانبي يمثل تغيرات ضغط غاز ثنائي اكسيد الفصح CO_2 في البالون بدلالة الزمن $P(\text{CO}_2) = f(t)$

1- الدراسة التجريبية :

أ- هل هذا التفاعل سريع أم بطيء ؟ .

ب- عين من البيان كمية ثاني اكسيد الفصح الناتجة في نهاية التفاعل علما ان درجة الحرارة هي 25°C و حجم البالون 1.35 L

2- الدراسة النظرية :

أ- احسب الكميات الابتدائية للمتفاعلات ثم عين المتفاعل المحدد

ب- شكل جدول تقدم التفاعل مع تعيين التقدم الاعظمي

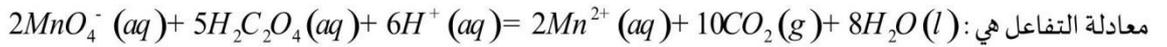
ج- استنتج القيمة النظرية لكمية CO_2 الناتج ثم قارنها مع القيمة التجريبية .

3- كيف يكون شكل البيان السابق لو استعملنا الحمض السابق بتركيز $C_2 = 2 C$ ؟

يعطى : $M(\text{NaHCO}_3) = 84 \text{ g / mol}$. $R = 8.32 (\text{ s i})$

التمرين 08 :

تفاعل شاردة البرمنغنات $\text{MnO}_4^- (\text{aq})$ مع حمض الأوكساليك $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 (\text{aq})$ في وسط حمضي هو تفاعل تام .

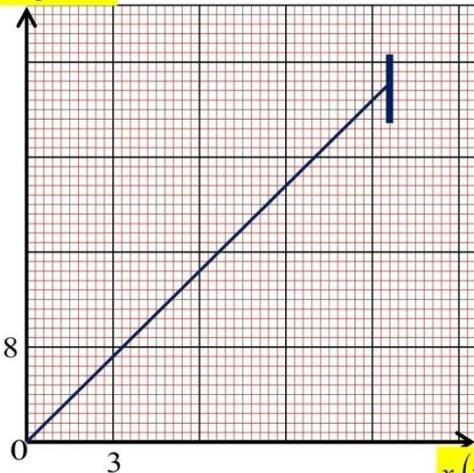


نمزج حجما $V_1 = 25 \text{ mL}$ من محلول مائي لبرمنغنات البوتاسيوم $(\text{K}^+ (\text{aq}) + \text{MnO}_4^- (\text{aq}))$ تركيزه المولي c_1 مع حجم $V_2 = 20 \text{ mL}$ من حمض الأوكساليك $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 (\text{aq})$ تركيزه المولي $c_2 = 0,1 \text{ mol / L}$ وقطرات من حمض الكبريت المركز .

يسمح تجهيز مناسب بقياس حجم غاز ثنائي أكسيد الكربون V_{CO_2} المنطلق خلال لحظات مختلفة معالجة النتائج المتحصل عليها بواسطة

برمجية مناسبة مكنتنا من تمثيل البيان $V(\text{CO}_2) = f(x)$ حيث x هو تقدم التفاعل

$V_{\text{CO}_2} (\text{mL})$



$x (\times 10^{-5} \text{ mol})$

1- لماذا نضيف حمض الكبريت المركز إلى الوسط التفاعلي؟

2- أنشئ جدول التقدم لهذا التفاعل .

3- حدّد المتفاعل المحدد، ثم أحسب قيمة c_1 .

4- أحسب الحجم المولي للغازات V_M .

5- أوجد التركيب المولي للمزيج في نهاية التفاعل.

6- احسب التركيز المولي الابتدائي للمتفاعلات في الوسط التفاعلي .

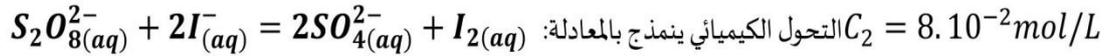
7- بيّن أن التركيب المولي لحمض الأوكساليك في الحالة النهائية تكتب بالعلاقة:

$$[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4] = \frac{C_2 V_2}{V_1 + V_2} - \frac{V_{\text{CO}_2}}{2V_M \cdot (V_1 + V_2)}$$

حيث: V_M الحجم المولي للغازات في شروط قياس حجم غاز ثنائي أكسيد الكربون CO_2 .

التمرين 09 :

في درجة حرارة ثابتة نمزج عند اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 100\text{mL}$ من محلول مائي ليبروكسيدبيريترات البوتاسيوم $(2K^+, S_2O_8^{2-})_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_1 = 4.10^{-2}\text{mol/L}$ مع حجم $V_2 = 100\text{mL}$ من محلول مائي ليود البوتاسيوم $(K^+, I^-)_{(aq)}$ تركيزه المولي



1- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل الحاصل.

2- اكتب عبارة التركيز المولي $[S_2O_8^{2-}]$ عند اللحظة t بدلالة V_2, V_1, C_1 والتركيز المولي لثنائي اليود $[I_2]$.

3- في لحظات زمنية مختارة نأخذ في كل عينة حجماً $V_0 = 10\text{mL}$ من الوسط التفاعلي ونبردها مباشرة بالماء البارد والجليد ثم نعاير ثنائي

اليود المتشكل بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+, S_2O_3^{2-})_{(aq)}$ تركيزه المولي $C = 1,5.10^{-2}\text{mol/L}$ ونسجل

الحجم V_E (حجم محلول ثيوكبريتات الصوديوم اللازمة لاختفاء ثنائي اليود) فنحصل على النتائج المدونة في الجدول التالي:

$t(\text{min})$	5	10	15	20	30	45
$V_E(\text{mL})$	4,0	6,7	8,7	10,4	13,1	15,3

أ- لماذا نبرد العينات مباشرة بعد فصلها عن المزيج؟

ب- أرسم بشكل تخطيطي التركيب المستخدم في هذه المعايرة.

ج- كيف نكشف عن حدوث التكافؤ؟

د- اكتب معادلة تفاعل هذه المعايرة علماً ان الثنائيات (Ox/Red) الداخلة في هذا التفاعل: (I_2/I^-) و $(S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-})$.

هـ- أنجز جدولاً لتقدم التفاعل ثم عبر عن $[I_2]$ بدلالة V_0, V_E, C

4- أحسب $[S_2O_8^{2-}]_i$ التركيز المولي لشوارد البيروكسيدبيريترات في المزيج لحظة انطلاق التفاعل ثم عبر عن $[S_2O_8^{2-}]$ في لحظة t بدلالة V_E ثم اكمل الجدول.

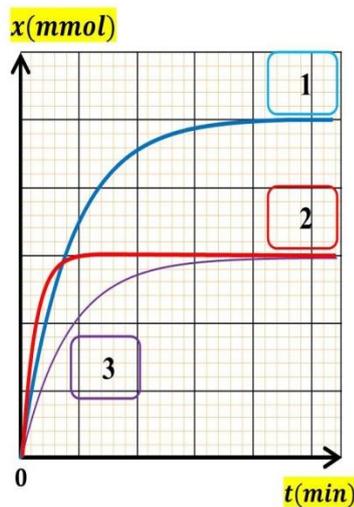
$t(\text{min})$	0	5	10	15	20	30	45
$[S_2O_8^{2-}](\text{mol/L})$							

أ- أرسم البيان $[S_2O_8^{2-}] = f(t)$ باستخدام سلم رسم مناسب.

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

ج- عرف السرعة الحجمية للتفاعل ثم اوجد قيمتها عند اللحظة $t = 0$

5- نحقق في هذه المرة ثلاثة تجارب:



التجربة	$[I^-]_i(\text{mol/L})$	$[S_2O_8^{2-}]_i(\text{mol/L})$	درجة الحرارة
الأولى	0,25	4.10^{-2}	20°C
الثانية	0,25	6.10^{-2}	20°C
الثالثة	0,25	4.10^{-2}	40°C

يكون في كل تجربة حجم محلول البيروكسيدبيريترات البوتاسيوم $V_3 = 200\text{mL}$

وحجم محلول يود البوتاسيوم $V_3 = 200\text{mL}$ فنحصل على البيانات التالية في الشكل

المقابل حيث x هو تقدم التفاعل.

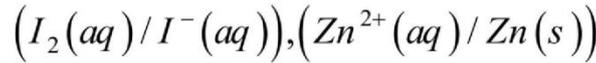
أ- حدد البيان الخاص بكل تجربة مع التبرير.

ب- ما هو العوامل الحركية التي تبرزها هذه التجارب.

التمرين 10 :

من أجل إجراء المتابعة الزمنية لتحول كيميائي البطيء و التام الحادث بين معدن الزنك $Zn(s)$ و محلول ثنائي $I_2(aq)$ عند درجة حرارة ثابتة $\theta_1 = 25^\circ C$ ، نحقق التركيب التجريبي المبين في الشكل-5، حيث نسكب حجما قدره $V = 250mL$ من محلول ثنائي اليود تركيزه المولي $C = 2 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$ في العنصر (4) وعند $t = 0$ نضيف قطعة من معدن الزنك النقي كتلته $m = 0,5g$.
المتابعة الزمنية للتحويل الكيميائي الحادث عن طريق قياس الناقلية النوعية مكنتنا من رسم المنحنى البياني $\sigma = f(t)$ المبين في الشكل-6.

1- أكتب معادلة التفاعل المنمذجة للتحويل الكيميائي الحادث، علما أن الشائيتين الداخلتين في التفاعل هما:



2- لماذا يمكن متابعة هذا التحويل الكيميائي عن طريق قياس الناقلية؟ علل سبب تزايدها.

3- تعرف على العناصر المرقمة في الشكل-5.

4- أنشئ جدول تقدم التفاعل، ثم عين المتفاعل المحد وقيمة التقدم الأعظمي x_{max} .

5- بين أن عبارة الناقلية النوعية $\sigma(t)$ للمزيج عند اللحظة t هي: $\sigma(t) = Ax(t)$ حيث A ثابت يطلب تعيين عبارته بدلالة $\lambda(I^-)$ و $\lambda(Zn^{2+})$ و V .

6- بين أنه عند زمن نصف التفاعل $(t_{1/2})$ تكون الناقلية النوعية للمزيج المتفاعل: $\sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma_f}{2}$ حيث σ_f هي

الناقلية النوعية للمزيج في نهاية التفاعل، ثم استنتج قيمة $(t_{1/2})$.

7- أ- بين أن عبارة سرعة التفاعل تكتب من الشكل: $v(t) = \frac{1}{A} \frac{d\sigma(t)}{dt}$

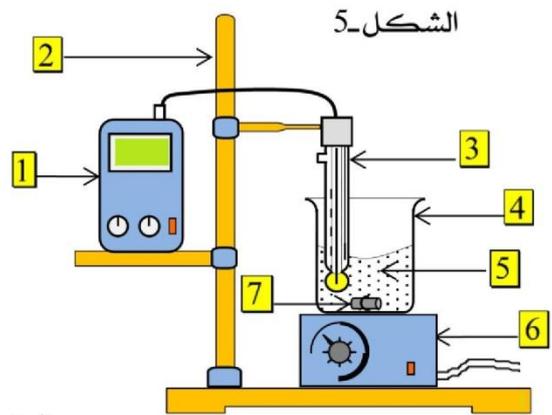
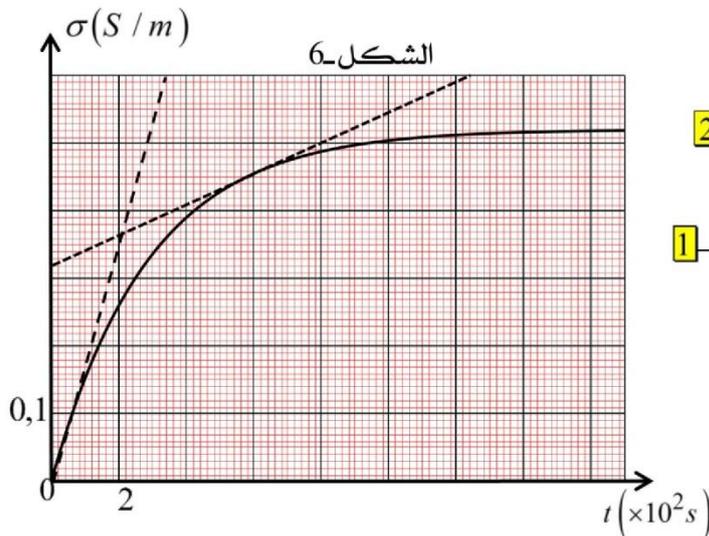
ب- أحسب قيمة سرعة التفاعل عند اللحظتين: $t_1 = 0$ و $t_2 = 600s$.

ج- اشرح على المستوى المجهرى سبب تناقص هذه السرعة مع مرور الزمن.

8- نعيد نفس التجربة و لكن عند درجة حرارة θ_2 حيث $\theta_1 > \theta_2$ ، ارسم كيفيا مع بيان الشكل-6 المنحنى

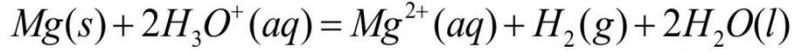
$\sigma = g(t)$ المتحصل عليه في هذه الحالة.

المعطيات: $\lambda(Zn^{2+}) = 10,56 mS.m^2/mol$; $\lambda(I^-) = 7,7 mS.m^2/mol$; $M(Zn) = 65,4g/mol$



التمرين 11

أراد فوجين من التلاميذ متابعة التحول الكيميائي البطيء والتام بطريقتين بين معدن المغنيزيوم $Mg(s)$ ومحلول حمض كلور الماء $(H_3O^+(aq) + Cl^-(aq))$ النمذج بمعادلة التفاعل التالية:



الفوج الأول:

عند درجة حرارة ثابتة $\theta = 25^\circ C$ وفي اللحظة $t = 0$ وضع تلميذ في بيشر حجما $V = 50mL$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه المولي c وصفيحة من معدن المغنيزيوم النقي كتلتها m_0 ، الدراسة التجريبية مكنت التلاميذ من الحصول على التركيز المولي المتبقي لسولار الهيدرونيوم $(H_3O^+(aq))$ في المزيج خلال الزمن و النتائج مدونة في الجدول التالي:

$t(\text{min})$	0	1	2	3	5	7	9	11
$[H_3O^+](\times 10^{-2} \text{ mol/L})$	60	46	38	32	25	22	20	20

1- كيف نكشف تجريبيا على الغاز المنطلق؟

2- أ- على ورقة ملمتيرية واعتمادا على سلم رسم مناسب، لرسم المنحنى $[H_3O^+] = f(t)$.

ب- استنتج التركيز المولي الابتدائي c لمحلول حمض كلور الماء.

3- أنشئ جدول تقدم التفاعل.

ب- حدد المتفاعل المحد، ثم استنتج قيمة التقدم الأعظمي x_{\max} .

ج- احسب الكتلة m_0 لصفيحة المغنيزيوم المستعملة.

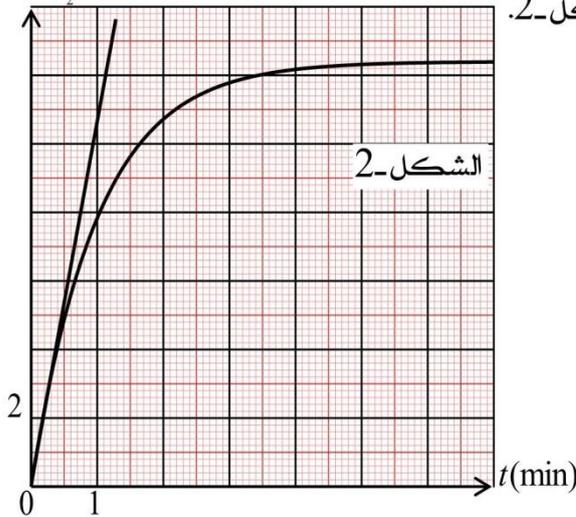
4- احسب سرعة التفاعل $v(t)$ عند اللحظة $t = 0$.

الفوج الثاني: قام تلاميذ الفوج الثاني بتحقيق التركيب التجريبي الموضح في الشكل-1.

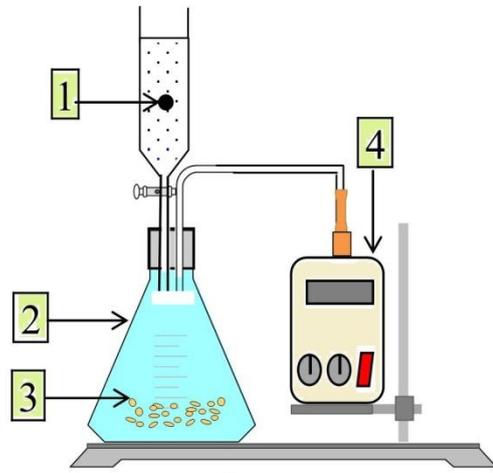
عند درجة حرارة ثابتة $\theta = 25^\circ C$ وفي اللحظة $t = 0$ قاموا بسكب حجم $V = 50mL$ من محلول حمض

كلور الماء تركيزه المولي $c = 0,6 \text{ mol/L}$ إلى الزجاجية (3) التي تحوي كتلة قدرها m_0 من مسحوق معدن المغنيزيوم النقي، النتائج التجريبية مكنتهم من رسم منحنى تغيرات ضغط غاز ثنائي

$P_{H_2} (\times 10^4 \text{ pa})$



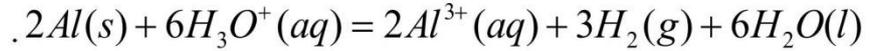
الهيدروجين بدلالة الزمن $P_{H_2} = g(t)$ الموضح في الشكل-2.



الشكل-1

التمرين 12 :

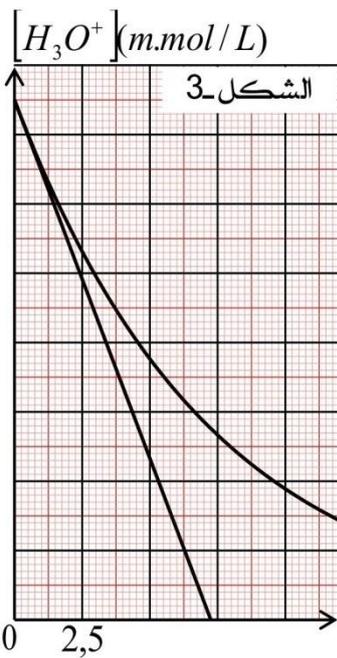
إن التحول الكيميائي الحادث بين مسحوق الألمنيوم $Al(s)$ ومحلول حمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)(aq)$ هو تحول بطيء وتام والذي ينمذج بمعادلة التفاعل التالية:



تتابع التحول الكيميائي السابق زمنيا عند نفس درجة الحرارة $\theta = 25^\circ C$ وذلك بتحقيق مزيجين تفاعليين من مسحوق الألمنيوم وحمض الكلور الماء.

للزيج الأول:

عند اللحظة $t = 0$ نحقق مزيجاً مستقيماً يتكون من كتلة قدرها $m = 1,35g$ من مسحوق الألمنيوم النقي وحجم قدره $V = 2 \times 10^2 cm^3$ من حمض كلور الماء تركيزه المولي C وبناءً على النتائج التجريبية



تمكنا من رسم المنحنى البياني $[H_3O^+] = f(t)$ الموضح في الشكل 3.

- 1- أ- عرف المؤكسد و الأكسدة .
ب- اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والارجاع مع تحديد الشناتيتين (Ox/Red) المشاركتين في التفاعل .
- 2- أ- انشئ جدولاً لتقدم هذا التفاعل .
ب- جد قيمة التقدم الأعظمي x_{max} .
ج- استنتج التركيز المولي الابتدائي C لحمض كلور الماء .
3- أ- جد سلم مناسب لمحور الترتيب .

ب- بين أنه عند $t_{1/2}$ يكون $[H_3O^+]_{1/2} = \frac{C}{2}$ ثم استنتج قيمة $t_{1/2}$.

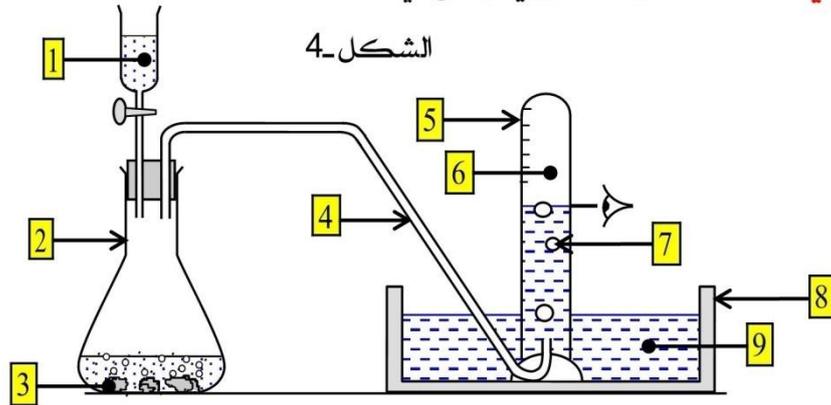
4- بين أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل تكتب بالشكل:

$$v_{vol}(t) = -\frac{1}{6} \times \frac{d[H_3O^+](t)}{dt}$$

ثم احسب قيمتها الأعظمية .

للزيج الثاني:

نحقق التركيب التجريبي الموضح في الشكل 4.



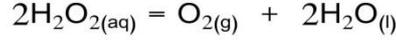
عند اللحظة $t = 0$ نسكب حجماً قدره $V = 200mL$ من حمض كلور الماء تركيزه المولي C' إلى الزجاجية (2) التي تحتوي على كتلة قدرها $m = 1,35g$ من مسحوق الألمنيوم النقي، واعتماداً على التركيب تمكنا من قياس حجم غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق خلال الزمن و سجلنا النتائج في الجدول التالي :

التمرين 13 :



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 O_2 في الشروط التجريبية ، حيث الحجم المولي $(V_M = 24 \text{ L/mol})$

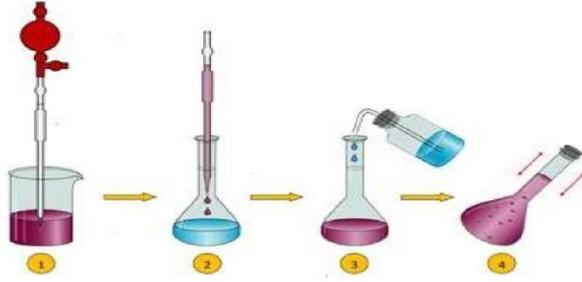
1- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل ، ثم بيّن أن التركيز المولي للماء الأكسجيني (S_0) الموجود في القارورة هو $C_0 = 0,83 \text{ mol/L}$.

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 التحوّل 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 نوضع في حمام مائي درجة حرارته $\theta = 60^\circ\text{C}$.

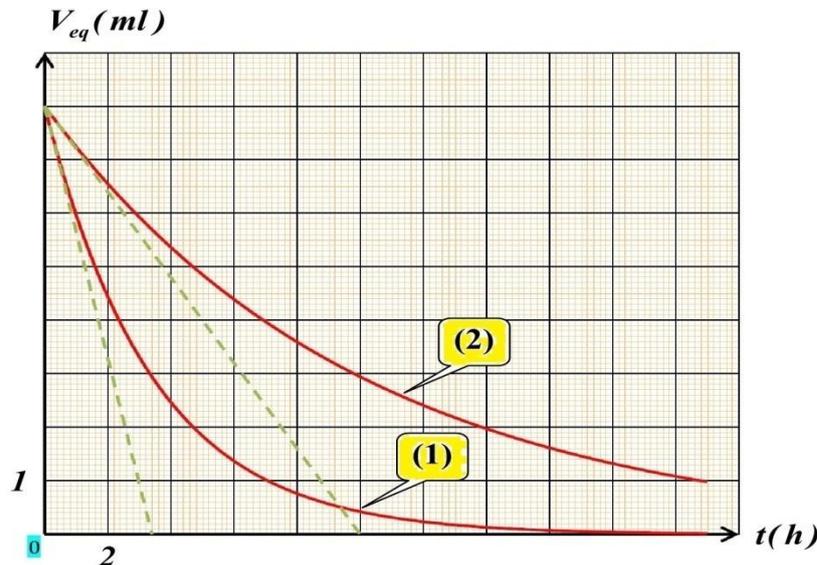
نأخذ في لحظات زمنية مختلفة أحد الأنابيب الذي يحتوي حجما مقداره $V_1' = 10 \text{ mL}$ من الوسط التفاعلي و يوضع

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 H_2SO_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 علماً أن الثنائيتين المشاركتين: $(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+})$ ، $(\text{O}_2(\text{aq}) / \text{H}_2\text{O}_2)$
- 2- بيّن أن التركيز المولي للمحلول (S) عند كل معايرة يعطى بالعلاقة التالية: $[\text{H}_2\text{O}_2]_{(t)} = \frac{5C_2 V_{\text{eq}(t)}}{2V_1}$
- 3- استنتج اعتماداً على البيان و العبارة السابقة ، التركيز المولي $[\text{H}_2\text{O}_2]_0$ للمحلول (S_0) ، قارن هذه النتيجة بالقيمة C_0 المحسوبة سابقاً ، ماذا تستنتج ؟
- 4- حدد البيان الخاص بكل تجربة $(\theta = 40^\circ\text{C}$ ، $\theta = 60^\circ\text{C}$) .
- 5- عرّف السرعة الحجمية لاختفاء H_2O_2 ، ثم بين أنها تعطى بالعلاقة التالية: $v_{\text{vol}}(\text{H}_2\text{O}_2) = -\alpha \frac{dV_{\text{eq}}}{dt}$ ، حيث α ثابت يطلب كتابته عبارته .
- 6- أحسب باستعمال المنحنى (2) السرعة الحجمية لاختفاء H_2O_2 في التجربة الموافقة .

التمرين 14 :

حمض كلور الماء محلول مائي لغاز كلور الهيدروجين HCl استخلص لأول مرة من طرف العالم المسلم جابر بن حيان سنة 800م عندما مزج ملح الطعام مع حمض الكبريت وسماه روح الملح .
يعد حمض كلور الماء المكون الرئيسي للعصارة الهضمية في المعدة بنسبة 2% وقد تزيد هذه النسبة أو تقل .
حمض كلور الماء من الأحماض القوية الواسعة الاستعمال في الصناعة كما يستعمل لإزالة الصدأ وفي المنازل لأغراض التنظيف، يجب التعامل معه بحرص شديد عند استعماله.

العالم جابر بن حيان



➤ كتب على لصاقة قارورة تجارية لحمض كلور الماء حجمها $V = 1\text{L}$ المعلومات التالية:

الصيغة الجزيئية: HCl
النسبة المئوية الكتلية (نسبة النقاوة): $P = 11\%$
الكثافة: $d = 1,068$
الكتلة المولية الجزيئية: $M = 36,5\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

في حصة للأعمال التطبيقية قسم الأستاذ تلاميذه إلى 3 أفواج قصد

التحقق من النسبة المئوية الكتلية لحمض كلور الماء المسجلة على لصاقة القارورة التجارية وكلف كل فوج القيام بتجربة.

من أجل ذلك قام التلاميذ في البداية بتمديد المحلول التجاري (S_0) تركيزه المولي C_0 ب 200 مرة فحصلوا على محلول (S) تركيزه المولي C .

❖ **تحضير محلول كلور الهيدروجين انطلاقاً من محلول تجاري:**

1- احسب C_0 تركيز المحلول التجاري (S_0) .

2- قَدِّم بروتوكولاً تجريبياً لتحضير محلول مخفف (S) حجمه $V = 200\text{mL}$ انطلاقاً من المحلول التجاري (S_0) .

❖ **مهمة الفوج الأول: المعايرة اللونية لحمض كلور الماء المُخَضَّر**

قام التلاميذ بمعايرة حجم $V = 20\text{mL}$ من المحلول (S) لحمض كلور الماء $(\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}))$ بمحلول هيدروكسيد الصوديوم

$(\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}))$ ذي التركيز $0,1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ وحصّلوا على حالة التكافؤ عند إضافة الحجم $V_{\text{BE}} = 3\text{mL}$.

1- أرسم مخطط التركيب التجريبي للمعايرة موضحاً عليه البيانات اللازمة .

2- اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

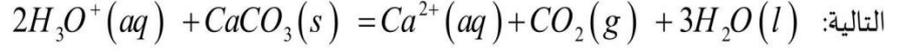
3- أنشئ جدول تقدم التفاعل.

4- احسب C التركيز المولي للمحلول (S) ، ثم استنتج C_0 التركيز المولي للمحلول التجاري (S_0) .

5- احسب النسبة المئوية الكتلية لحمض كلور الماء في المحلول التجاري (S_0) .

❖ مهمة الفوج الثاني: دراسة التحول الكيميائي التام بين كربونات الكالسيوم $CaCO_3(s)$ وحمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)(aq)$

التحول الكيميائي التام بين كربونات الكالسيوم $CaCO_3(s)$ وحمض كلور الماء $(H_3O^+(aq) + Cl^-(aq))$ يتمذج بمعادلة التفاعل

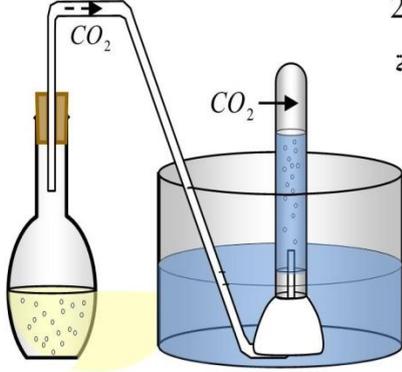


التالية: وضع التلاميذ في دورق حجما $V = 60mL$ من المحلول (S) تركيزه المولي C ثم أضافوا إليه كتلة $m = 1g$ من كربونات الكالسيوم.

سمح تجهيز مناسب بقياس حجم غاز ثنائي أكسيد الكربون $V_f(CO_2) = 10mL$ المتشكل في نهاية التفاعل.

1- أنشئ جدول تقدم التفاعل.

2- أوجد التقدم الاعظمي x_{max} ثم استنتج المتفاعل المحد.



3- احسب C التركيز المولي للمحلول (S) ، ثم استنتج C_0 التركيز المولي للمحلول التجاري (S_0) .

4- احسب النسبة المئوية الكتلية لحمض كلور الماء في المحلول التجاري (S_0) .

المعطيات: الكتلة الحجمية للماء: $\rho_{eau} = 1000g / L$

الحجم المولي: $V_M = 22,4 L / mol$ ، $M(CaCO_3) = 100g \cdot mol^{-1}$

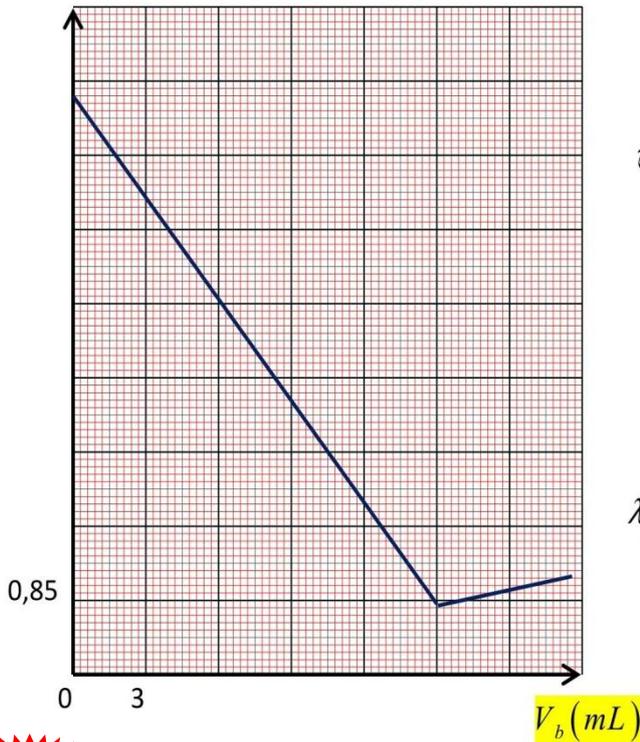
❖ مهمة الفوج الثالث: المعايرة عن طريق قياس الناقلية لحمض كلور الماء المُخَصَّر

أخذ التلاميذ حجما $V = 10mL$ من المحلول (S) لحمض كلور الماء $(H_3O^+(aq) + Cl^-(aq))$ وعايروه بمحلول هيدروكسيد

الصوديوم $(Na^+(aq) + HO^-(aq))$ تركيزه المولي $c_b = 10^{-2} mol / L$ عن طريق قياس الناقلية. النتائج التجريبية المتحصل عليها

$\sigma (mS / cm)$

سمحت بتمثيل البيان $\sigma = f(V_b)$.



1- اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

2- حدد قيمة حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم اللازم للتكافؤ.

3- جد بطريقتين مختلفتين C التركيز المولي للمحلول (S) ، ثم استنتج

C_0 التركيز المولي للمحلول (S_0) .

4- احسب تراكيز الأفراد الكيميائية في المزيج عند التكافؤ.

5- احسب النسبة المئوية الكتلية لحمض كلور الماء في المحلول (S_0) ،

ثم قارنه مع القيمة المسجلة على ملصقة القارورة.

المعطيات: الناقلية المولية الشاردية عند $25^\circ C$:

$$\lambda_{H_3O^+} = 35 mS \cdot m^2 \cdot mol^{-1} ; \lambda_{Na^+} = 5 mS \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$$

$$\lambda_{Cl^-} = 7,6 mS \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$$

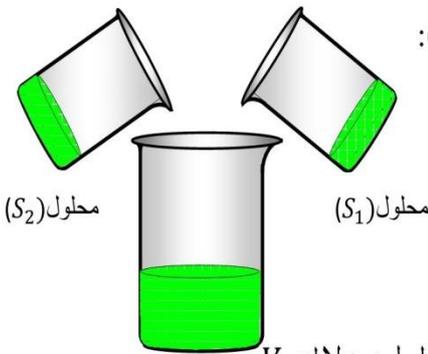
الكتلة الحجمية للماء: $\rho_{eau} = 1000g / L$

التمرين 15 :

تتابع تطور التحول الكيميائي البطيء الحادث بين محلول (S_1) للماء الأوكسجيني H_2O_2 الحمض تركيزه $C_1 = 0,1 mol.L^{-1}$ ، ومحلول (S_2) ليود البوتاسيوم ($K^+(aq) + I^-(aq)$) تركيزه $C_2 = 0,1 mol.L^{-1}$. نمزج عند $t = 0$ حجما $V_1 = 40 mL$ من (S_1) مع حجما $V_2 = 60 mL$ من (S_2). ينمذج هذا التحول بالمعادلة الكيميائية التالية :

$$H_2O_2(aq) + 2I^-(aq) + 2H^+(aq) = I_2(aq) + 2H_2O(l)$$

1- من أجل متابعة هذا التحول ، نجزم المزيج التفاعلي إلى عينات متماثلة متساوية الحجم $V_p = 5 mL$ ثم نعاير كمية مادة H_2O_2 المتبقية في كل عينة عند لحظات زمنية مختلفة بواسطة محلول برمغنات البوتاسيوم ($K^+(aq) + MnO_4^-(aq)$) في وسط حمضي تركيزه المولي $C = 0,05 mol.L^{-1}$. ليكن V_E حجم محلول البرمغنات اللازم للحصول على التكافؤ. أ- ماهي الطرق التي يمكننا من متابعة هذا التحول؟ علل .



ب- أكتب معادلة تفاعل المعايرة التام و السريع بحيث تعطى الشائيات (ox/red):
 $(O_2(g)/H_2O_2(aq))$ ، $(MnO_4^-(aq)/Mn^{2+}(aq))$

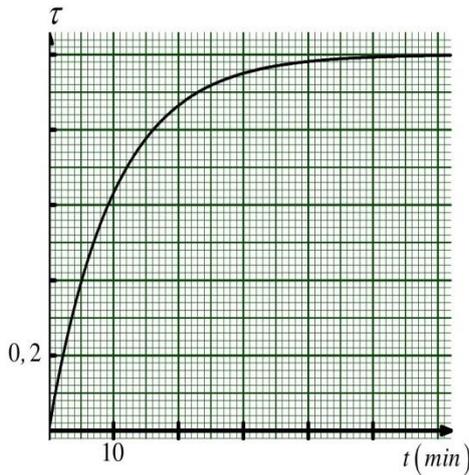
ج - مثل التركيب التجريبي للمعايرة.

د - عرف التكافؤ ثم أكتب عبارته .

2- أ- أعط تركيب المزيج الابتدائي ، ثم أنشئ جدول تقدم التفاعل البطيء.

ب - حدد قيمة x_{max} ، واستنتج المتفاعل المحدد، وأكتب عبارة التقدم x للتفاعل البطيء بدلالة V_E .

3 - نتيجة المتابعة الزمنية لهذا التحول مكنتنا من رسم المنحني $\tau = f(t)$ وذلك باستغلال العلاقة السابقة (الشكل-1-1) حيث : $\tau = \frac{x}{x_{max}}$ ، x تقدم التفاعل عند اللحظة (t) و x_{max} التقدم الأعظمي .



أ- بين إذا كان التفاعل تاما أم محدود.

ب - حدد كميات المادة لكل من : I_2 ، H_2O_2 ، و I^- الشكل-1-

الموجودة في المزيج التفاعلي عند اللحظة $t_1 = 10s$.

ج- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ثم بين أن $\tau(t_{1/2}) = \frac{\tau_f}{2}$ وعين قيمته.

4 - أ- ذكّر بتعريف السرعة الحجمية للتفاعل.

ب - أثبت أن السرعة الحجمية يمكن كتابتها على الشكل : $v_{vol} = 0,03 \cdot \frac{d\tau}{dt}$

، ثم أعط قيمتها عند اللحظة $t_1 = 10s$.

-السرعة الحجمية تتناقص خلال الزمن ما هو العامل الحركي المسؤول عن ذلك.

التمرين 16 :

ماء جافيل هو محلول مائي يحتوي على الشوارد ClO^- ، Cl^- ، Na^+ ، أما الشاردة الفعالة فيه هي شاردة الهيبوكلوريت ClO^- التي تتميز بالثنائية $ClO^-/Cl^- : Ox/Red$.

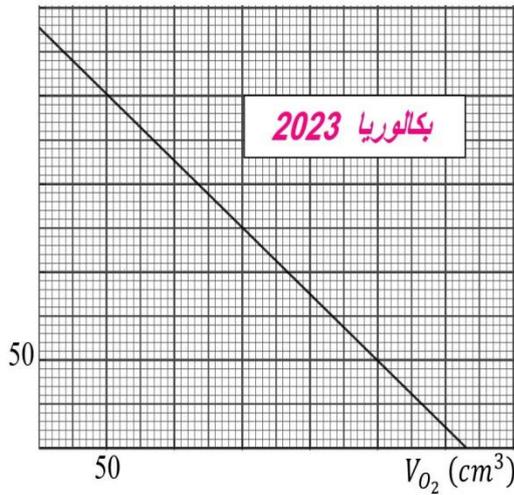
تؤكسد شاردة الهيبوكلوريت الماء تماما ، لكن ببطء شديد ، حيث الماء يتميز بالثنائية O_2/H_2O .
تكون هذه الأوكسدة أسرع بوجود شوارد الكوبالت الثنائية (Co^{2+}) وردية اللون ، والتي تلعب دور وسيط ، حيث تتحول إلى شوارد الكوبالت الثلاثية (Co^{3+}) ذات اللون الأخضر .

I - لدينا محلول مائي لماء جافيل تركيزه المولي C_0 . نضيف له عند اللحظة $t = 0$ بعض القطرات من محلول مائي يحتوي على شوارد الكوبالت الثنائية ولنحصل بذلك على محلول حجمه $V = 110 \text{ mL}$. (نعتبر هذا الحجم هو حجم ماء جافيل) .

نلاحظ أن المحلول يتلون بالأخضر لمدة تقارب 8 دقائق ، ثم يصبح لونه وردياً بعد ذلك .

قمننا بجمع غاز الأوكسجين في أنبوب مدرّج عن طريق الازاحة ، وبطريقة ملائمة تابعنا تطور التركيز المولي لشوارد الهيبوكلوريت ، ومثلنا بيانيا $[ClO^-]$ بدلالة حجم غاز الأوكسجين (V_{O_2}) .

$[ClO^-] \text{ mmol/L}$



1 - اكتب المعادلتين النصفيتين الالكترونيتين للأوكسدة وللإرجاع ، ثم استنتج معادلة الأوكسدة - إرجاع .

2 - ارسم شكلاً تخطيطياً لجمع غاز الأوكسجين بطريقة الازاحة .

3 - أنشئ جدول التقدّم .

4 - احسب قيمة التقدّم الأعظمي .

5 - أعط تفسيراً لتغير لون المزيج المتفاعل من اللون الوردى إلى اللون الأخضر ، ثم إلى اللون الوردى مرّة ثانية .

6 - اعتماداً على جدول التقدّم والبيان ، احسب قيمة الحجم المولي للغازات في شروط هذه التجربة .

7 - عند اللحظة $t = 90 \text{ s}$ نكون قد حصلنا على $157,5 \text{ cm}^3$ من غاز الأوكسجين . حدّد قيمة زمن نصف التفاعل .

- II

أعدنا التجربة السابقة في نفس الشروط ، وباستعمال نفس الكمية من محلول ماء جافيل السابق . استعملنا كمية من الوسيط السابق أقل من الكمية المستعملة في التجربة الأولى .

قمننا بتسجيل حجوم غاز الأوكسجين في مختلف اللحظات ، وجمعناها في الجدول التالي :

$t(s)$	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480
$V_{O_2}(cm^3)$	0	45	79	114	148	175	203	227	248	264	273	288	298	306	312	315	315

1 - بين أن الوسيط لا يؤثر على الحالة النهائية للمزيج المتفاعل .

2 - احصر زمن نصف التفاعل بين قيمتين من قيم الجدول ، ثم اذكر أهمية الوسيط .

3 - احسب السرعة المتوسطة الحجمية لاختفاء شوارد الهيبوكلوريت بين اللحظتين $t_1 = 150 \text{ s}$ و $t_2 = 180 \text{ s}$.

لحظة تأمل و تركيز

- **المُنَافِسة الحَقِيقِيَّة دائِماً ما تَكون بين ما تَقوم بِعَمَلِه و ما أنت قَادِر عَلِيه ، ،**
- **... إنك تَقِيس نَفْسك بِنَفْسك و لَيس مَع أَي شَخْص آخَر ...**

التمرين 17 :

- الهدف : تطبيق أحد طرق المتابعة (عن طريق قياس الناقلية) للتمكن من دراسة حركية تحول كيميائي .
- تُعتبر التقنيات المخبرية لمتابعة تحول كيميائي , طرق رئيسية في الكثير من المعامل والمصانع في مجالات البتروليات والتجميل والادوية ... , فالتمكن من تتبع التفاعل حركيا وكيميا , يُمكننا من مراقبة مراحل تصنيعية والتحكم فيها عن طريق العوامل الحركية , وبه يمكننا تحسين الإنتاج وتطويره أكثر فأكثر .

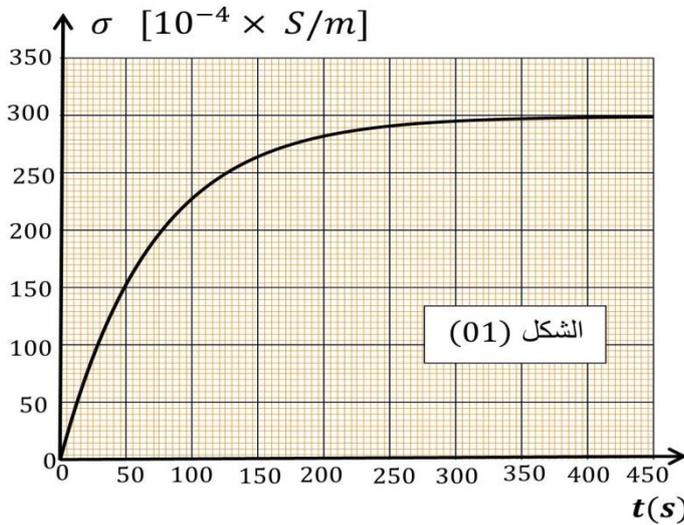
- نقترح في هذا التمرين أحد تلك الطرق المستخدمة في تحول كيميائي في وسط مائي .

- في كأس بيشر نضع حجما $V_0 = 2\text{mL}$ من محلول 2-كلور-2-ميثيل , بروبان , تركيزه المولي $c_0 = 4,32 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$, ونُكمل ملاً البيشر بالماء حتى يُصبح الحجم الكلي $V = 100 \text{ ml}$, فيحدث التفاعل التام حسب المعادلة :



- نتابع تطور هذا التحول عن طريق قياس الناقلية النوعية فنحصل على البيان في الشكل (01):

- 1- لماذا يُمكننا متابعة هذا التحول الكيميائي عن طريق الناقلية ؟ هل تزيد الناقلية أم تتناقص , علل ؟
- 2- إقترح بروتوكول تجريبي لتحقيق المتابعة عن طريق الناقلية وزوده برسم توضيحي .



- 3- تأكد أن كمية المادة الابتدائية لمحلول 2-كلور-2-ميثيل , بروبان هي : $n_0 = 8,64 \times 10^{-5} \text{ mol}$

- 4- باعتبار ان الماء بزيادة , أنشئ جدول التقدم للتفاعل الحادث , ثم إستنتج المتفاعل المُحد , مُحددا قيمة التقدم الأعظمي x_{max} .

- 5- عبر عن الناقلية النوعية $\sigma(t)$ بدلالة

التقدم $x(t)$ و λ_{Cl^-} و λ_{H^+} و V

- 6- إستنتج عبارة الناقلية النوعية للمحلول عندما يتوقف

التفاعل σ_f بدلالة x_{max} , λ_{Cl^-} , λ_{H^+} و V .

- 7- إستخرج قيمتي : σ_0 و σ_f بيانيا .

- حيث σ_0 توافق الناقلية النوعية عند بداية التفاعل $x = 0$

- 8- بإستغلال العلاقة التي تربط $\sigma(t)$ و $x(t)$ (السؤال-5) والعلاقة التي تربط x_{max} و σ_f (السؤال-6) أثبت أن :

$$x(t) = x_{max} \times \frac{\sigma(t)}{\sigma_f}$$

- 9- بالإعتماد على العلاقة المطلوب اثباتها في السؤال-7 , أكمل الجدول :

$t(s)$	0	50	100	150	200	300	400	450
$\sigma [10^{-4} \times S/m]$	0	150	225	265	280	295	300	300
$x[10^{-5} \times mol]$								

- 10- انطلاقا من الجدول أعلاه :

أ- أرسم المنحنى $x = f(t)$ على ورقة ميليمترية .

ب- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

ت- إستخرج قيمته $t_{1/2}$ بيانيا ؟

ث- أحسب سرعة التفاعل عند $t = 150 \text{ s}$ و عند $t = 450 \text{ s}$

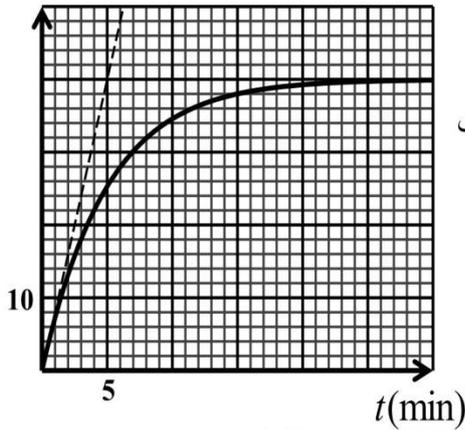
- 11- ماذا يمكنك إستنتاجه .

- 12- فسر ذلك على المستوى المجبري .

التمرين 18 :

لدراسة تطور التحول الكيميائي التام والبطيء الحادث بين شوارد البيكرومات $Cr_2O_7^{2-}$ ومحلول حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$ عند درجة حرارة $20^\circ C$ ، نمزج في اللحظة $t=0$ حجما $V_1=100ml$ من محلول بيكرومات البوتاسيوم $(2K^+ + Cr_2O_7^{2-})$ تركيزه المولي C_1 مع حجم $V_2=300ml$ من محلول حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$ تركيزه المولي $C_2=0.3mol/l$. الثنائيتان (Ox/Red) الداخلتان في التفاعل هما: $(Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+})$ و $(CO_2/H_2C_2O_4)$.
يهدف هذا التمرين إلى دراسة بعض العوامل الحركية وتأثيرها على سرعة التفاعل.

$n_{Cr^{3+}}$ (mmol)



(1) ما معنى التحول الكيميائي تام وبطيء؟

(2) أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث.

(3) أنجز جدولاً لتقدم التفاعل.

مكنك المتابعة الزمنية لهذا التحول الكيميائي من رسم المنحنى الممثل لتغيرات كمية مادة Cr^{3+} بدلالة الزمن t الموضح في الشكل المقابل:

(4) اعتماداً على البيان:

أ- استنتج قيمة التقدم الأعظمي x_{max} و المتفاعل المحد.

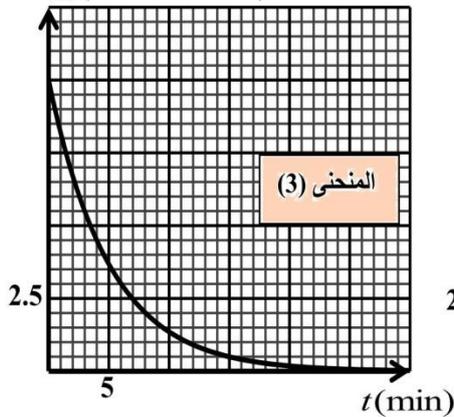
ب- أوجد التركيز المولي C_1 .

ج- عرّف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ وحدد قيمته بيانياً.

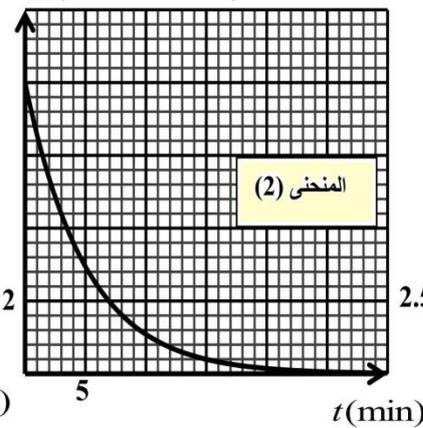
(5) أحسب سرعة تشكل الشاردة Cr^{3+} عند اللحظة $t=0$.

(6) نقترح المنحنيات (1)، (2)، و (3) التي تمثل تغيرات السرعة الحجمية للتفاعل v_{vol} بدلالة الزمن t .

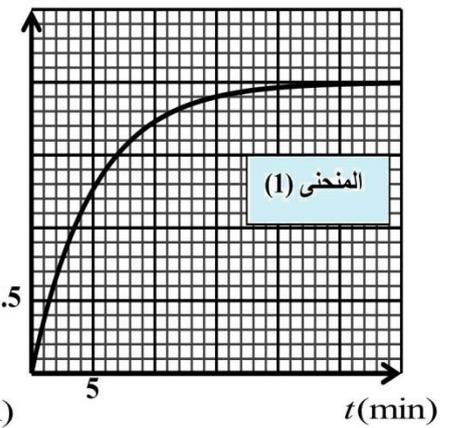
v_{vol} (mmol/l.min)



v_{vol} (mmol/l.min)



v_{vol} (mmol/l.min)



أاختر المنحنى الصحيح الموافق للتفاعل المدروس، مع التبرير.

ب- ما هو العامل الحركي الذي تبرزه تغيرات المنحنى المختار؟ أعط تفسيراً على المستوى المجهري.

(7) نعيد نفس التجربة لكن عند درجة حرارة $60^\circ C$ ، توقع شكل البيان المعبر عن تغيرات السرعة الحجمية للتفاعل v_{vol} بدلالة الزمن t في هذه الحالة وارسمه كيفياً في نفس المعلم مع بيان التجربة التي تمت عند درجة حرارة $20^\circ C$.

التمرين 19 :

ثنائي البروم (Br_2) سائل أحمر في الظروف العادية يتميز برائحة كريهة ونفاذة ، يستخدم كثيرا في مثبطات الحريق والمبيدات الحشرية وصناعة الأدوية والبلاستيك والأصبغة ... لكنه يبقى خطيرا جدا عند التعرض له بشكل مستمر ومباشر ، حيث يعتبر مادة ضارة وسامة لذا يتم التعامل معه بحذر مع استحضار قواعد السلامة والأمان. في المخبر نستعمل محاليل مائية مختلفة لثنائي البروم.

يهدف هذا التمرين إلى تتبع تطور تفاعل ثنائي البروم مع حمض الميثانويك باعتماد تقنية قياس الضغط، ثم دراسة تأثير بعض العوامل الحركية على سرعة التفاعل.

معطيات :

- نعتبر أن الغازات مثالية، ونذكر بقانون الحالة للغازات المثالية : $P.V = n.R.T$.

- ثابت الغازات المثالية $R = 8,31 Pa.m^3.mol^{-1}.K^{-1}$.

- تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة $T = 304K$.

- نعتبر أن حجم الغاز يبقى ثابتا خلال التفاعل، نهمل حجم المزيج التفاعلي V_T أمام حجم الحوجلة V .

في محلول مائي، يتفاعل ثنائي البروم $Br_2(aq)$ مع حمض الميثانويك $HCOOH(aq)$ وفق تحول تام وببطيء يتمذج بمعادلة التفاعل التالية :



عند اللحظة $t = 0$ ، نحضر في حوجلة من فئة $1,0L$ مزيجا تفاعليا (S) مكونا من :

- حجم $V_1 = 50mL$ من محلول ثنائي البروم $Br_2(aq)$ تركيزه المولي $C_1 = 2,4 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$.

- حجم $V_2 = 50mL$ من محلول حمض الميثانويك $HCOOH(aq)$ تركيزه المولي $C_2 = 3,0 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$.

بواسطة أنبوب رقيق ، نصل الحوجلة بمقياس الضغط لتتبع التطور الزمني للمجموعة الكيميائية من خلال تغير الضغط الكلي داخل الحوجلة.

1. أذكر بعض شروط السلامة والأمن عند التعامل مع المركبات الكيميائية المستعملة في هذا التفاعل.
2. بالاعتماد على معادلة التفاعل بين أن التفاعل الحادث أكسدة-إرجاع محدد الثنائيتين ($Ox / Réd$) المشاركتين في التفاعل.
3. نرمز بـ n_1 لكمية المادة الابتدائية لثنائي البروم $Br_2(aq)$ و n_2 لكمية المادة الابتدائية لحمض الميثانويك $HCOOH(aq)$.
- تحقق أن : $n_1 = 1,2 \times 10^{-3} mol$ و $n_2 = 1,5 \times 10^{-3} mol$.
4. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الحادث، ثم حدد قيمة التقدم الأعظمي x_{max} .

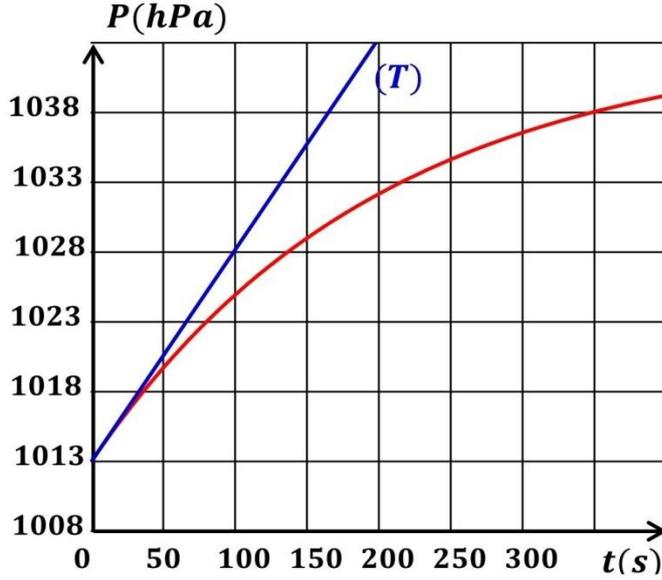
5. باستغلال جدول التقدم وقانون الغازات المثالية ، بين أن الضغط الكلي P داخل الحوجلة عند لحظة t ، يرتبط بتقدم التفاعل x وفق العلاقة التالية : $P = a + b.x$.

حيث a و b ثابتان موجبان يطلب تحديد عبارتهما بدلالة R و T و V و الضغط الابتدائي P_0 في الحوجلة قبل إنطلاق التفاعل.

6. جد قيمة P_{max} الضغط الأعظمي داخل الحوجلة عند نهاية التفاعل، علما أن قيمة الضغط الابتدائي هي $P_0 = 1013hPa$.

7. أوجد عبارة v_{vol} السرعة الحجمية للتفاعل بدلالة R و T و V و V_T والمشتقة $\frac{dP}{dt}$.

8. يمثل المنحنى المقابل تغير الضغط الكلي P داخل الحوجة بدلالة الزمن $P = f(t)$ ويمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى عند اللحظة $t = 0s$.



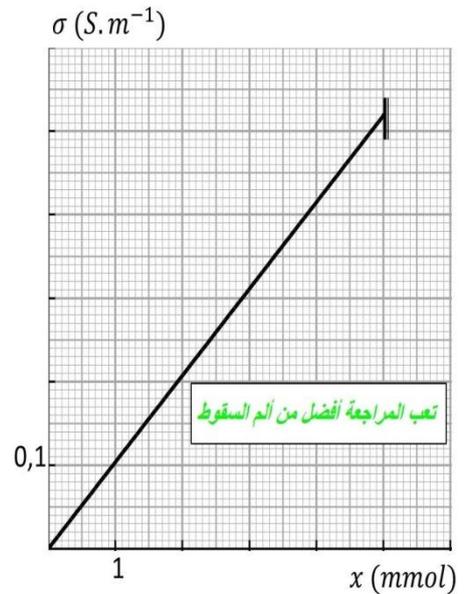
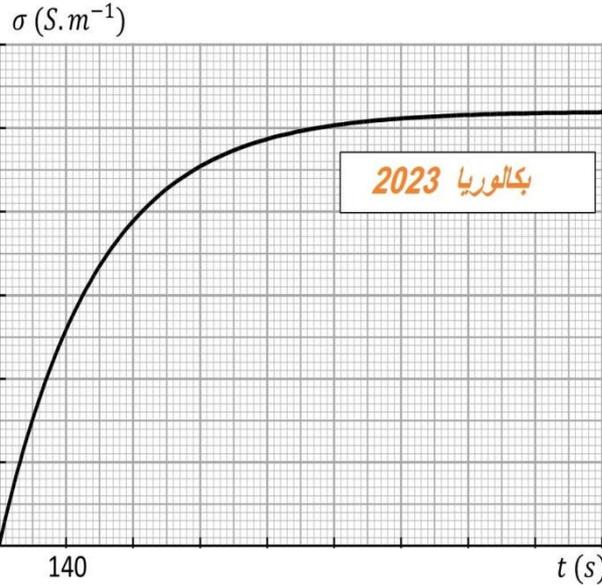
أ- أحسب بالوحدة $mol.L^{-1}.s^{-1}$ السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0s$.
ب- حدد قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

9. كيف تتغير سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 0s$ في الحالتين التاليتين :

- الحالة 01 : نضع الحوجة في حوض ماء بارد.
- الحالة 02 : نضاعف تركيز حمض الميثانويك.

التمرين 20 :

لدينا محلول مائي (S_0) لثنائي اليود (I_2) حجمه $V = 500 mL$ وتركيزه المولي C_0 . نقسمه إلى جزأين متماثلين في كأسين .
I - نضيف عند اللحظة $t = 0$ لأحد الكأسين صفيحة من التوتياء (Zn) . نتابع تطور التحول الكيميائي عن طريق قياس الناقلية النوعية (σ) للمحلول .
مثلاً بياناً الناقلية النوعية بدلالة الزمن $\sigma(t)$ ، ثم باستعمال قيم الناقلية النوعية حسبنا قيم التقدّم في مختلف اللحظات ومثلاً بياناً $\sigma(x)$.
بيّنت التجربة أن هذا التفاعل تام .
نهمل تأثير شوارد الهيدروكسيد وشوارد الهيدرونيوم الناتجة عن التفكك الذاتي للماء على ناقلية المزيج المتفاعل .



معادلة التفاعل الحادث هي $Zn(s) + I_2(aq) = Zn^{2+}(aq) + 2I^{-}(aq)$ ، حيث أن التوتياء موجودة بزيادة .
1 - حدّد الثنائيتين Ox/Red في هذا التفاعل .
2 - أنشيء جدول التقدّم لهذا التفاعل .
3 - احسب قيمة C_0 بطريقتين .

- 4 - عَرّف السرعة الحجمية للتفاعل ، ثم بيّن أنها تُكتب بالشكل : $v_{vol} = A \frac{d\sigma}{dt}$ ، مع تحديد وحدة A وقيمهته .
 5 - احسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$.
 6 - حدّد زمن نصف التفاعل . ما هي الأهمية العملية لزمن نصف التفاعل ؟

II - نأخذ الجزء الثاني من المحلول (S_0) السابق ، ونضيف له 250 mL من الماء المقطر ، نحصل بذلك على محلول (S) .

نضع في المحلول (S) قطعة من التوتياء مماثلة للقطعة الأولى عند اللحظة $t = 0$.

نظرا لوجود ثنائي اليود الذي يميّز باللون الأصفر البني ، يمكن متابعة تطور التفاعل عن طريق معايرة عينات متماثلة ، حجم كل عيّنة $V = 10 \text{ mL}$ وذلك بواسطة محلول مائي لثيوكبريتات الصوديوم ($2\text{Na}^+, \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) ، تركيزه المولي $C' = 5 \text{ mmol/L}$.

نسجّل الحجم (V_E) اللازم لزال اللون الأصفر لثنائي اليود في العيّنة .

مثّلنا بيانيا $V_E(t)$ والمماس (T) للبيان عند $t = 0$

1 - اذكر الطرق التي درستها لمتابعة التحولات الكيميائية وصنّفها .

2 - اكتب معادلة تفاعل المعايرة . الثنائية الخاصة بشاردة الثيوكبريتات هي $\text{S}_4\text{O}_6^{2-} / \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

3 - ما هي العمليات التي نقوم بها قبل معايرة العيّنة ؟

4 - بيّن أن في اللحظة t يكون التركيز المولي لثنائي اليود : $[I_2] = \frac{V_E}{4}$.

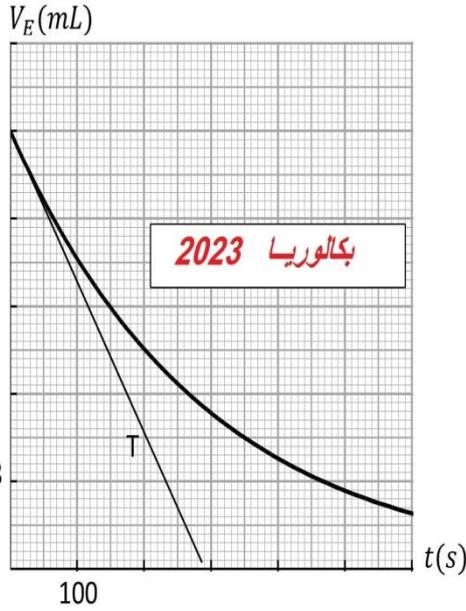
5 - احسب التركيز المولي لثنائي اليود في اللحظة $t = 100 \text{ s}$.

6 - بيّن أن العيّنة التي عايرناها عند اللحظة $t = t_1$ نحتاج فيها إلى حجم قدره $V_E = 20 \text{ mL}$

لبلوغ التكافؤ .

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

8 - قارن هذه السرعة مع السرعة المحسوبة في الجزء I ، وانكر سبب الفرق بين القيمتين .



يُعطى : $\lambda_{\text{zn}^{2+}} = 10,56 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$
 $\lambda_{\text{I}^-} = 7,68 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

انتهى الجزء الأول الخاص بالتمارين ، ، ننتقل إلى جزء الحلول النموذجية ، ،

ملاحظة هامة :

* أيّها التلميذ(ة) الشّريف(ة) إنّ الفهم الصحيح و اكتساب الأفكار في مادة العلوم الفيزيائية لا يكون دفعة واحدة بمجرد أن تتفحصها و تتطلع عليها مباشرة ، ، و إنما تكتسب تدريجيا بالتطبيق و التمرن و الممارسة المستمرة على حل أكبر قدر من التمارين ذات أفكار متنوعة ، ، مع العلم أنّ امتحان البكالوريا غالبا ما يتضمن فكرة أو أكثر جديدة عن أغلبية التلاميذ و لهذا ننصح بالفهم الصحيح و التمرن المستمر ، ، ببساطة لأن طبيعة هذه المادة 95% فهم و 05% حفظ .

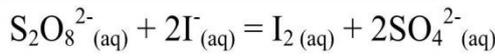
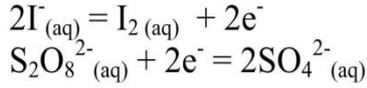
* ختاماً ، ، ذلك التمرن و التطبيق قد يوفر لك نسبة جيدة من الزاد المعرفي تصل إلى 75% ، لكن الباقي تكتسبه بالتلقين و من خلال مواجهة الامتحان مباشرة لاستخراج الأفكار الحديثة انطلاقاً من ذلك الزاد المعرفي ، ، انطلق ، انطلق ، ،

{ الوحدة الأولى - المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي - 2023 - }

، الحلول النموذجية للتمارين من الصفحة 22 إلى 62

حل التمرين 01 :

1- معادلة التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي الحادث :



2- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	$+ 2\text{I}^-$	$= \text{I}_2$	$+ 2\text{SO}_4^{2-}$
ابتدائية	$x = 0$	10^{-2}	$1.6 \cdot 10^{-2}$	0	0
انتقالية	x	$10^{-2} - x$	$1.6 \cdot 10^{-2} - 2x$	x	x
نهائية	x_{max}	$10^{-2} - x_{\text{max}}$	$1.6 \cdot 10^{-2} - 2x_{\text{max}}$	x_{max}	x_{fmax}

- $n_0(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) = C_2V_2 = 0.2 \cdot 0.05 = 10^{-2} \text{ mol}$
- $n_0(\text{I}^-) = C_1V_1 = 3.2 \cdot 10^{-1} \cdot 0.05 = 1.6 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

- نحدد المتفاعل المحد :

- بفرض أن $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ متفاعل محد :

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

- بفرض أن I^- متفاعل محد :

$$1.6 \cdot 10^{-2} - 2x_{\text{max}} = 0 \rightarrow x_{\text{max}} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

إذن : $x_{\text{max}} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ و المتفاعل المحد هو I^- (شوارد اليود) .

3- إثبات العلاقة :

اعتمادا على جدول التقدم :

- $n(\text{I}_2) = x \dots\dots\dots (1)$
- $n(\text{I}^-) = C_1V_1 - 2x \dots\dots\dots (2)$

من (1) $x = n(\text{I}_2)$ بالتعويض في (2) نجد :

$$n(\text{I}^-) = C_1V_1 - 2n(\text{I}_2)$$

$$[\text{I}_2]V = C_1V_1 - 2[\text{I}^-]V$$

بقسمة الطرفين على V (حجم الوسط التفاعلي)

$$[\text{I}_2] = \frac{C_1V_1}{V} - 2[\text{I}^-]$$

$$2[\text{I}^-] = \frac{C_1V_1}{V} - [\text{I}_2] \rightarrow [\text{I}^-] = \frac{C_1V_1}{2V} - \frac{[\text{I}_2]}{2}$$

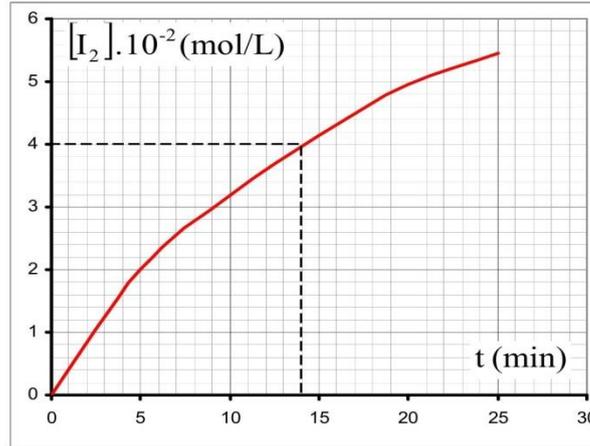
4- إكمال الجدول :
من العلاقة السابقة :

$$[I_2] = \frac{3.2 \cdot 10^{-1} \cdot 0.05}{2(0.05 + 0.05)} - \frac{[I^-]}{2} \rightarrow [I_2] = 8 \cdot 10^{-2} - \frac{[I^-]}{2}$$

و من هذه العلاقة نملاً الجدول :

t (min)	0	5	10	15	20	25
$[I^-]_{(aq)}$ ($10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$)	16.0	12.0	9.6	7.7	6.1	5.1
$[I_2]_{(aq)}$ ($10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$)	0	2.00	3.20	4.15	4.95	5.45

- المنحنى البياني $[I_2] = f(t)$:



ب- تعريف زمن نصف التفاعل :

هو الزمن اللازم لبلوغ تقدم التفاعل نصف قيمته الأعظمية .

حسابه :

- نحسب $[I_2]_{1/2}$.

- اعتماداً على جدول التقدم :

$$[I_2]_{1/2} = \frac{x_{1/2}}{V}$$

و حسب تعريف $t_{1/2}$:

$$x_{1/2} = \frac{x_{\max}}{2} = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{2} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

إذن :

$$[I_2]_{1/2} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{0.05 + 0.05} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

بالإسقاط في البيان مع أخذ سلم الرسم بعين الاعتبار نجد : $t_{1/2} = 14 \text{ min}$.

ج- سرعة التفاعل عند $t = 20 \text{ min}$:

- نكتب عبارة سرعة التفاعل بدلالة ميل مماس المنحنى $\frac{d[I_2]}{dt}$.

و لدينا حسب تعريف سرعة التفاعل :

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

- من جدول التقدم :

$$n(I_2) = x \rightarrow [I_2] = \frac{x}{V}$$

نشق الطرفين بالنسبة للزمن :

$$\frac{d[I_2]}{dt} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} \rightarrow \frac{dx}{dt} = V \frac{d[I_2]}{dt}$$

بالتعويض في عبارة سرعة التفاعل نجد :

$$v = V \frac{d[I_2]}{dt}$$

من البيان و بعد رسم المماس عند اللحظة $t = 20 \text{ min}$ يكون :

$$\frac{d[I_2]}{dt} = \frac{2.4 \cdot 10^{-2}}{4 \times 5} = 1.2 \cdot 10^{-3}$$

و منه :

$$v = (0.05 + 0.05) \cdot 1.2 \cdot 10^{-3} = 1.2 \cdot 10^{-4} \text{ mol/min}$$

• سرعة اختفاء I^- :

الطريقة (1) :

مباشرة من العلاقة التي نحصل عليها اعتمادا على معادلة التفاعل :

$$\frac{v}{1} = \frac{v(I^-)}{2} \rightarrow v(I^-) = 2v = 2 \cdot 1.2 \cdot 10^{-4} = 2.4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/min}$$

الطريقة (2) :

- نكتب عبارة سرعة اختفاء I^- بدلالة ميل مماس المنحنى $\frac{d(I_2)}{dt}$.

- لدينا حسب تعريف سرعة اختفاء I^- :

$$v(I^-) = - \frac{dn(I^-)}{dt}$$

من جدول التقدم :

$$\bullet n(I_2) = x \dots\dots\dots (1)$$

$$\bullet n(I^-) = 1.6 \cdot 10^{-2} - 2x \dots\dots\dots (2)$$

من (1) : $x = n(I_2)$ بالتعويض في (2) :

$$n(I^-) = 1.6 \cdot 10^{-2} - 2n(I_2)$$

$$n(I^-) = 1.6 \cdot 10^{-2} - 2[I_2]V$$

نشتق الطرفين بالنسبة للزمن :

$$\frac{dn(I^-)}{dt} = (0 - 2V \frac{d[I_2]}{dt}) \rightarrow \frac{dn(I^-)}{dt} = -2V \frac{d[I_2]}{dt}$$

بالتعويض في عبارة سرعة اختفاء I^- يكون :

$$v = -(-2V_S \frac{d[I_2]}{dt}) \rightarrow v = 2V_S \frac{d[I_2]}{dt}$$

و جدنا سابقا من البيان عند اللحظة $t = 20 \text{ min}$: $\frac{d[I_2]}{dt} = 1.2 \cdot 10^{-3}$ و منه :

$$v(I^-) = 2 (0.05 + 0.05) \cdot 1.2 \cdot 10^{-3} = 2.4 \cdot 10^{-4} \text{ mol/min}$$

و هي نفس النتيجة المتحصل عليها في الطريقة (1) .

حل التمرين 02 :

1- جدول تقدم التفاعل. 0, 5

المعادلة		$Mg_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} = Mg^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$				
التقدم		كميات المادة بـ mol				
الحالة						
t=0	x=0	n_0	CV	0	0	بوفرة
t	x	$n_0 - x$	CV-2x	x	x	بوفرة
t_f	x_{max}	$n_0 - x_{max}$	CV - 2x _{max}	x_{max}	x_{max}	بوفرة

قيمة التقدم الأعظمي x_{max} :

$$x_{1max} = \frac{CV}{2} = \frac{1,02 \times 10^{-2} \times 50}{2} = 0,255 \text{ mmol} \quad \text{إذا كان } H_3O^+_{(aq)} \text{ هو المتفاعل المحد}$$

$$x_{2max} = n_0 = \frac{m_0}{M} = \frac{0,5}{24,3} \approx 20,6 \times 10^{-3} \text{ mol} = 20,6 \text{ mmol} \quad \text{إذا كان Mg هو المتفاعل المحد}$$

إذن : $x_{max} = x_{1max} = 0,255 \text{ mmol}$ و هو المتفاعل المحد هو $H_3O^+_{(aq)}$. 0,25 + 0,25

2- أ- يمكن متابعة هذا التحول بقياس الناقلية لإحتواء المزيج التفاعلي على شوارد $H_3O^+_{(aq)}$ ، $Mg^{2+}_{(aq)}$ و $Cl^-_{(aq)}$. 0,25

ج- لم تنعدم ناقلية المزيج في نهاية التفاعل لإحتوائه على $Mg^{2+}_{(aq)}$ و $Cl^-_{(aq)}$. 0,25

$$3- \text{أ- عبارة ناقلية النوعية النوعية } \sigma_0 : \sigma_0 = [H_3O^+_{(aq)}]_0 \lambda_{H_3O^+} + [Cl^-_{(aq)}] \lambda_{Cl^-}$$

$$\sigma_0 = \frac{C \cancel{X}}{\cancel{X}} \lambda_{H_3O^+} + \frac{C \cancel{X}}{\cancel{X}} \lambda_{Cl^-}$$

$$0,25 \quad \sigma_0 = (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}) \cdot C$$

$$\text{قيمتها : } \sigma_0 = (34 + 7,4) \times 10^{-3} \times 1,02 \times 10^{-2} \times 10^3$$

0,25

$$\sigma_0 = 0,42 \text{ S.m}^{-1}$$

ب- عبارة الناقلية النوعية σ للمزيج بدلالة التقدم x :

0,25

$$\sigma = [H_3O^+_{(aq)}] \lambda_{H_3O^+} + [Mg^{2+}_{(aq)}] \lambda_{Mg^{2+}} + [Cl^-_{(aq)}] \lambda_{Cl^-}$$

$$\sigma = \frac{CV-2x}{V} \lambda_{H_3O^+} + \frac{x}{V} \lambda_{Mg^{2+}} + \frac{C \cancel{X}}{\cancel{X}} \lambda_{Cl^-}$$

$$\sigma = C \lambda_{H_3O^+} - 2 \lambda_{H_3O^+} \cdot \frac{x}{V} + \frac{x}{V} \lambda_{Mg^{2+}} + C \lambda_{Cl^-}$$

$$\sigma = \frac{-2 \lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Mg^{2+}}}{V} x + (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}) \cdot C$$

0,25

$$\sigma = \frac{-2 \lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Mg^{2+}}}{V} x + \sigma_0$$

$$\sigma = \frac{(-2 \times 34 + 10,2) \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}} x + \sigma_0$$

$$0,25 \quad \sigma(t) = -1156 x + \sigma_0$$

4-أ- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ هو الزمن اللازم لبلوغ التفاعل نصف تقدمه النهائي . 0,25

$$\text{ب- إثبات أن : } \sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma_f + \sigma_0}{2}$$

$$(1) \dots \sigma_f = -1156 x_f + \sigma_0$$

$$\sigma(t_{1/2}) = -1156 x(t_{1/2}) + \sigma_0 = -1156 \frac{x_f}{2} + \sigma_0$$

0,25

$$(2) \dots \sigma(t_{1/2}) = \frac{-1156 x_f + 2 \sigma_0}{2} = \frac{(-1156 x_f + \sigma_0) + \sigma_0}{2}$$

0,25

$$\sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma_f + \sigma_0}{2} \quad \text{من (1) و (2) نجد :}$$

$$\sigma(t_{1/2}) = \frac{0,12 + 0,42}{2} = 0,27 \text{ S.m}^{-1} \quad \text{قيمة } t_{1/2}$$

0,25

بالإسقاط نجد : $t_{1/2} \approx 26 \text{ s}$

$$v_{\text{vol}}(t) = \frac{1}{V_T} \frac{dx(t)}{dt} \quad \text{ج- عبارة السرعة الحجمية للتفاعل}$$

$$\sigma(t) = -1156 x(t) + \sigma_0 \quad \text{نشق بالنسبة للزمن العبارة :}$$

$$0,25 \quad \frac{d\sigma(t)}{dt} = -1156 \frac{dx(t)}{dt} \Rightarrow \frac{1}{V} \frac{dx(t)}{dt} = -\frac{1}{1156 \cdot V} \frac{d\sigma(t)}{dt}$$

0,25

$$v_{\text{vol}}(t) = -\frac{1}{1156 \cdot V} \frac{d\sigma(t)}{dt} \quad \text{و منه}$$

$$v_{\text{vol}}(0) = -\frac{1}{1156 \times 50 \times 10^{-3}} \left(-\frac{0,42}{70} \right) \quad \text{قيمتها عند } t=0$$

0,25

$$v_{\text{vol}}(0) = 1,04 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

حل التمرين 03

1. كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات :

$$n_0(\text{CH}_3\text{COOH}) = CV = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

(2x0,25)

$$n_0(\text{HCO}_3^-) = \frac{m}{M_{\text{NaHCO}_3}} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

2. يصنف هذا التفاعل ضمن التحولات الكيميائية البطيئة لأنه يستغرق دقائق. (0,25)

3. استغلال المنحنى البياني :

(0,25)

معادلة التفاعل		$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{HCO}_3^- = \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$				
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة بالمول				
الحالة ابتدائية	$X = 0$	$n_{01}(\text{CH}_3\text{COOH})$	$n_{02}(\text{HCO}_3^-)$	0	0	بالزيادة
الحالة الإنتقالية	X	$n_{01} - X$	$n_{02} - X$	X	X	بالزيادة
الحالة النهائية	X_{max}	$n_{01} - X_{\text{max}}$	$n_{02} - X_{\text{max}}$	X_{max}	X_{max}	بالزيادة

$$\begin{cases} n_{01} = X_{\text{max}} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \\ n_{02} = X_{\text{max}} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \end{cases} \quad \text{أ- المتفاعل المحد:$$

(2x0,25)

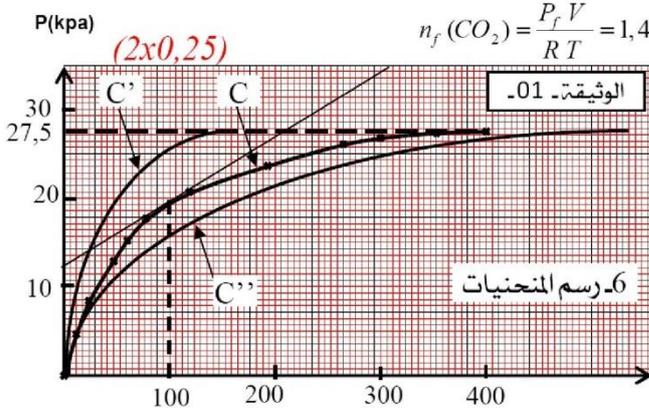
ومنه المتفاعل المحد هو : HCO_3^- والتقدم الأعظمي $X_{\text{max}} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

(0,25)

ب- الكمية النظرية لـ CO_2 في الحالة النهائية : $n_f(\text{CO}_2) = X_{\text{max}} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

4. لحظة نهاية التفاعل : نحسب $n_f(\text{CO}_2)$

(2x0,25)



$$n_f(\text{CO}_2) = \frac{P_f V}{RT} = 1,498 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad \text{ومنه } P_f V = n_f(\text{CO}_2) RT$$

(3x0,25)

$$V = 1,4 \text{ L} - 0,05 \text{ L} = 1,35 \text{ L}$$

إذا يمكن اعتبار اللحظة $t = 400 \text{ s}$

لحظة نهاية التفاعل.

5. عبارة سرعة التفاعل :

$$\text{لدينا : } n(\text{CO}_2) = X$$

$$\frac{dX}{dt} = \frac{V}{RT} \frac{dP}{dt} \quad \text{إذا : } \frac{PV}{RT} = X \quad (2x0,25)$$

$$\text{ومنه : } A = \frac{V}{RT} = 5,45 \cdot 10^{-7} (\text{m}^3 \cdot \text{mol} \cdot \text{J}^{-1}) \quad \text{t(s)}$$

$$\left(\frac{dX}{dt} \right)_{t=100} = A \left(\frac{dP}{dt} \right)_{t=100} = 5,45 \cdot 10^{-7} \cdot 77,687 = 4,23 \cdot 10^{-5} \text{ mol/s} \quad \text{حساب سرعة التفاعل عند اللحظة } t = 100 \text{ s}$$

(2x0,25)

حل التمرين 04 :

1- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	Zn _(s)	+ 2H ⁺ _(aq)	= Zn ²⁺ _(aq)	+ H _{2(g)}
ابتدائية	x = 0	1,54 . 10 ⁻²	2 . 10 ⁻²	0	0
انتقالية	x	1,54 . 10 ⁻² - x	2 . 10 ⁻² - 2x	x	x
نهائية	x _{max}	1,54 . 10 ⁻² - x _{max}	2 . 10 ⁻² - 2x _{max}	x _{max}	x _{max}

$$\bullet n_0(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{1}{65} = 1,54 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\bullet n_0(\text{H}^+) = CV = 5,0 \cdot 10^{-1} \cdot 0,04 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

العلاقة بين x و V(H₂) :
لدينا من جهة :

$$n(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_M}$$

و من جهة أخرى من خلال جدول التقدم لدينا : n(H₂) = x ومنه :

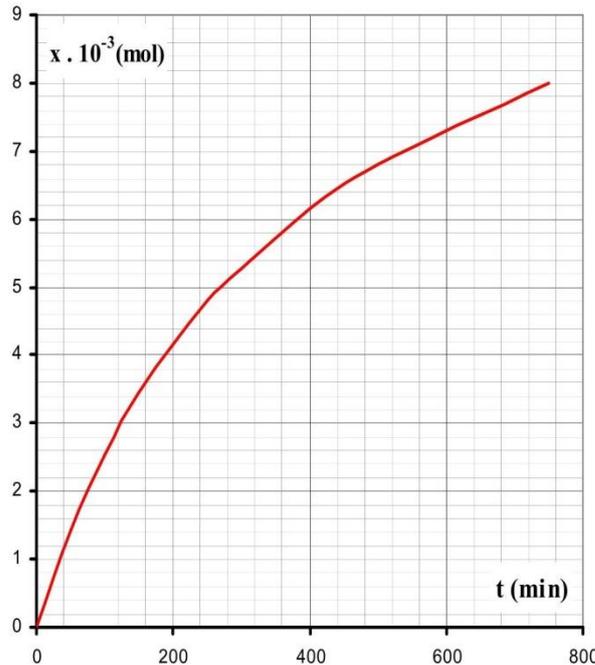
$$x = \frac{V(\text{H}_2)}{V_M}$$

2- إكمال الجدول :

نملأ الجدول اعتمادا على العلاقة الأخيرة : $x = \frac{V(\text{H}_2)}{V_M}$

t(s)	0	50	100	150	200	250	300	400	500	750
V(H ₂) (mL)	0	36	64	86	104	120	132	154	170	200
x . 10 ⁻³ (mol)	0	1.44	2.56	3.44	4.16	4.80	5.28	6.16	6.80	8.00

3- البيان x = f(t) :



4- قيمة السرعة الحجمية :
- لدينا حسب تعريف السرعة الحجمية :

$$v = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$$

حيث $\frac{dx}{dt}$ يمثل ميل المماس :

بعد حساب الميل عند اللحظتين $t_1 = 100$ s ، $t = 400$ s نجد :

$$t_1 = 100 \text{ s} \rightarrow v_1 \approx 4.7 \cdot 10^{-4} \text{ mol/s}$$

$$t_2 = 400 \text{ s} \rightarrow v_2 \approx 2.0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/s}$$

- يلاحظ أن قيمة السرعة الحجمية تتناقص بزيادة الزمن بسبب نقص تراكيز المتفاعلات .

5- أ- التقدم الأعظمي و المتفاعل المحد :
- بفرض أن Zn متفاعل محد :

$$1.54 \cdot 10^{-2} - x_{\max} = 0 \rightarrow x_{\max} = 1.54 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

- بفرض أن H^+ متفاعل محد :

$$2 \cdot 10^{-2} - 2x_{\max} = 0 \rightarrow x_{\max} = 10^{-2} \text{ mol}$$

إذن : $x_{\max} = 10^{-2}$ و المتفاعل المحد هو حمض كلور الهيدروجين .

ب- زمن نصف التفاعل :

زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ هو الزمن اللازم لبلوغ نصف التقدم النهائي أي :

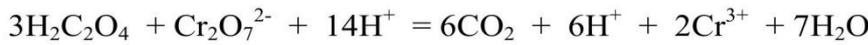
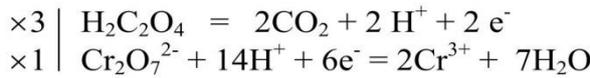
$$t = t_{1/2} \rightarrow x_{1/2} = \frac{x_{\max}}{2} = \frac{10^{-2}}{2} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

بالإسقاط في البيان نجد : $t_{1/2} = 270$ s

حل التمرين 05 :

1- تصنيف التفاعل :

من البيان بلغ التفاعل حده بعد حوالي 25 دقيقة إذن يمكن القول أن التفاعل الحاد ببطيء .
2- معادلة التفاعل :



و باختزال H^+ نجد :



3- حساب $n_0(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$:

$$n_0(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = C_2V_2 = 0.2 \cdot 0.04 = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

■ جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$3\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 8\text{H}^+ = 6\text{CO}_2 + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$					
ابتدائية	$x = 0$	n_{01}	n_{02}	3 : 5	0	0	3 : 5
انتقالية	x	$n_{01} - 3x$	$n_{02} - x$		$6x$	$2x$	
نهائية	$x_f = x_{\max}$	$n_{01} - 3x_{\max}$	$n_{02} - x_{\max}$		$6x_{\max}$	$2x_{\max}$	

4- أ- السرعة المتوسطة لتشكل Cr^{3+} :

$$v_m(\text{Cr}^{3+}) = \frac{\Delta n(\text{Cr}^{3+})}{\Delta t} = \frac{n_2(\text{Cr}^{3+})}{\Delta t} = \frac{n_2(\text{Cr}^{3+}) - n_1(\text{Cr}^{3+})}{t_2 - t_1}$$

و اعتمادا على البيان يكون :

$$v_m(\text{Cr}^{3+}) = \frac{3,80 \cdot 10^{-3} - 2,55 \cdot 10^{-3}}{15 - 5} = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol/min}$$

ب- السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 5 \text{ min}$:

- نكتب عبارة السرعة الحجمية للتفاعل v_{vol} بدلالة ميل المماس $\frac{dn(\text{Cr}^{3+})}{dt}$.

- حسب تعريف السرعة الحجمية للتفاعل :

$$v_{\text{vol}} = \frac{1}{V_s} \frac{dx}{dt}$$

- من جدول التقدم :

$$n(\text{Cr}^{3+}) = 2x \rightarrow x = \frac{n(\text{Cr}^{3+})}{2}$$

بالتعويض في عبارة السرعة الحجمية :

$$v_{\text{vol}} = \frac{1}{V_s} \frac{d}{dt} \left(\frac{n(\text{Cr}^{3+})}{2} \right) \rightarrow v_{\text{vol}} = \frac{1}{2V_s} \frac{dn(\text{Cr}^{3+})}{dt}$$

- من البيان عند اللحظة $t = 5 \text{ min}$:

$$\frac{dn(\text{Cr}^{3+})}{dt} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{5} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ mol/min}$$

$$v_{\text{vol}} = \frac{1}{2(0,06 + 0,04)} (3 \cdot 10^{-4}) = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L.min}$$

- السرعة الحجمية لاختفاء $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$:
من معادلة التفاعل :

$$v_{\text{vol}} = \frac{v_{\text{vol}}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{3} \rightarrow v_{\text{vol}}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 3v_{\text{vol}}$$

$$v_{\text{vol}}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 3 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L.min}$$

ج- قيمة x_{max} :
من البيان :

$$n_f(\text{Cr}^{3+}) = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

و من جدول التقدم :

$$n_f(\text{Cr}^{3+}) = 2x_{\text{max}} \rightarrow x_{\text{max}} = \frac{n_f(\text{Cr}^{3+})}{2}$$

$$x_{\text{max}} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{2} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\underline{\underline{5- إثبات أن : }} n(\text{Cr}^{3+})_{1/2} = \frac{n_f(\text{Cr}^{3+})}{2}$$

- من جدول التقدم :

$$n(\text{Cr}^{3+}) = 2x$$

- عند اللحظة t_f يكون :

$$n_f(\text{Cr}^{3+}) = 2x_{\text{max}} \dots\dots\dots (1)$$

- عند اللحظة $t_{1/2}$ يكون :

$$n_{1/2}(\text{Cr}^{3+}) = 2x_{1/2}$$

و حسب تعريف $t_{1/2} = \frac{x_{\text{max}}}{2}$ و منه يصبح :

$$n_{1/2}(\text{Cr}^{3+}) = 2 \frac{x_{\text{max}}}{2}$$

$$n_{1/2}(\text{Cr}^{3+}) = x_{\max} \dots\dots\dots (2)$$

من (2) : $x_{\max} = n_{1/2}(\text{Cr}^{3+})$ ، بالتعويض في (1) :

$$n_f(\text{Cr}^{3+}) = 2 n_{1/2}(\text{Cr}^{3+}) \rightarrow n_{1/2}(\text{Cr}^{3+}) = \frac{n_f(\text{Cr}^{3+})}{2}$$

قيمة $t_{1/2}$:
وجدنا :

$$n_{1/2}(\text{Cr}^{3+}) = \frac{n_f(\text{Cr}^{3+})}{2}$$

من البيان :

$$n_f(\text{Cr}^{3+}) = 4 \text{ mmol} \rightarrow n_{1/2}(\text{Cr}^{3+}) = \frac{4 \text{ mmol}}{2} = 2 \text{ mmol}$$

بالإسقاط في البيان :

$$t_{1/2} = 0,7 \cdot 5 = 3,5 \text{ min}$$

أ-6 - المتفاعل المحد :

نحسب $n_f(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$ بالاعتماد على جدول التقدم :

$$n_f(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 8 \cdot 10^{-3} - x_{\max} = 8 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-3} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

نلاحظ أن $n_f(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) \neq 0$ ، نستنتج أن المتفاعل المحد هو $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

ب- قيمة C_1 :

بما أن $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ متفاعل محدد يكون بالاعتماد على جدول التقدم :

$$n_0(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) - 3 x_{\max} = 0$$

$$C_1 V_1 - 3 x_{\max} = 0 \rightarrow C_1 = \frac{3 x_{\max}}{V_1} \rightarrow C_1 = \frac{3(2 \cdot 10^{-3})}{60 \cdot 10^{-3}} = 0.1 \text{ mol/L}$$

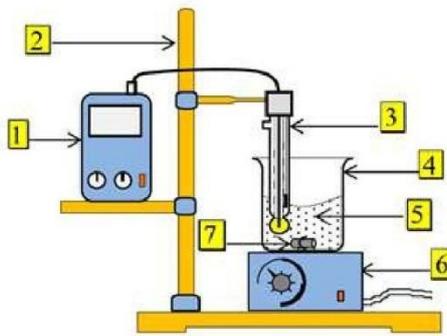
حل التمرين 06 :

I				
$\text{CaCO}_3 + 2\text{H}_3\text{O}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$				
n_{01}	n_{02}	0	0	جدول التقدم 1
$n_{01} - X_t$	$n_{02} - 2X_t$	X_t	X_t	
$n_{01} - X_f$	$n_{02} - 2X_f$	X_f	X_f	
$n_{f \text{CaCO}_3} = \frac{m_{f \text{CaCO}_3}}{M} = \frac{0,5}{100}$		$n_{f \text{H}_3\text{O}^+} = [\text{H}_3\text{O}^+]_f \cdot V$		المتفاعل المحد 2
$n_{f \text{CaCO}_3} = 5 \text{ mmol} \neq 0$		$n_{f \text{H}_3\text{O}^+} = 0 \cdot V = 0 \text{ mmol}$		
اذن المتفاعل المحد هو H_3O^+				
$n_{f \text{CaCO}_3} = n_{0 \text{CaCO}_3} - X_{\max} \Rightarrow X_{\max} = n_{0 \text{CaCO}_3} - n_{f \text{CaCO}_3}$				
$X_{\max} = \frac{m_0}{M} - \frac{m_f}{M} = \frac{1}{100} - \frac{0,5}{100} \Rightarrow X_{\max} = 5 \text{ mmol}$				
$n_{t \text{CaCO}_3} = n_{0 \text{CaCO}_3} - X_t$		$n_{t \text{H}_3\text{O}^+} = n_{0 \text{H}_3\text{O}^+} - 2X_t$		العلاقة 3
$n_{t \text{CaCO}_3} = n_{0 \text{CaCO}_3} - \frac{n_{0 \text{H}_3\text{O}^+}}{2} + \frac{n_{t \text{H}_3\text{O}^+}}{2}$		$X_t = \frac{n_{0 \text{H}_3\text{O}^+}}{2} - \frac{n_{t \text{H}_3\text{O}^+}}{2}$		
$\frac{m_{t \text{CaCO}_3}}{M} = \frac{m_{0 \text{CaCO}_3}}{M} - \frac{CV}{2} + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_t \cdot V}{2}$		$n = \frac{m}{M}$	$n = CV$	
$m_{t \text{CaCO}_3} = m_{0 \text{CaCO}_3} - \frac{MCV}{2} + \frac{MV}{2} [\text{H}_3\text{O}^+]_t$			$\times M$	

بيان الشكل 2 عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته $y = ax + b$		معادلة البيان	4
$n_{CaCO_3} = a[H_3O^+] + b$ $n_{CaCO_3} = 0,5 \cdot [H_3O^+] + 0,5$	$b=0,5$ ، ميل البيان a $a = \frac{1 - 0,5}{1 - 0} = 0,5$		
$a = \frac{MV}{2} \Rightarrow V = \frac{2 \cdot a}{M} = \frac{2 \cdot 0,5}{100} \Rightarrow V = 0,01 l$	بالمطابقة	حجم المحلول	

$0,5 = m_0 - \frac{MCV}{2} \Rightarrow C = \frac{2(m_0 - 0,5)}{MV} = \frac{2(1 - 0,5)}{100 \cdot 0,01}$ $C = 1 mol/l$	بالمطابقة	التركيز	
$\frac{n_{0CaCO_3}}{1} = \frac{n_{0H_3O^+}}{2} \Rightarrow \frac{m_{0CaCO_3}}{M} = \frac{CV}{2} \Rightarrow m_{0CaCO_3} = \frac{MCV}{2}$ $m_{0CaCO_3} = \frac{100 \cdot 1 \cdot 0,01}{2} \Rightarrow m_{0CaCO_3} = 0,5 g$		مزيج ستوكيومترى	5

II

	1- جهاز قياس الناقلية النوعية 2- حامل 3- مسبار 4- بيشر 5- مزيج تفاعلي 6- مخلاط مغناطيسي 7- مغناطيس	البروتوكول	1
ينتهي التفاعل لما تثبت قيمة الناقلية النوعية عند أقل قيمة لها ، دلالة على اختفاء شوارد الهيدرونيوم H_3O^+ (المتفاعل المحد)		نهاية التفاعل	
$\sigma(t) = 4,2 - 560 X(t) \Rightarrow \sigma(f) = 4,2 - 560 X(max)$ $X(max) = \frac{4,2 - \sigma(f)}{560} = \frac{4,2 - 1,4}{560} = X(max) = 5 mmol$		ايجاد X_{max}	2
$t = t_{1/2} \Rightarrow \sigma(t) = \frac{\sigma_0 + \sigma_f}{2} = \frac{4,2 + 1,4}{2} = 2,8 S/m$ $t_{1/2} = 35 min$		زمن نصف التفاعل	3
$V = \frac{dX_t}{dt}$ هي تغير تقدم التفاعل بدلالة الزمن		سرعة التفاعل	4
$V = \frac{dX_t}{dt} = \frac{d(\frac{4,2 - \sigma_t}{560})}{dt}$	$\sigma_t = 4,2 - 560 X_t$ $X_t = \frac{4,2 - \sigma_t}{560}$	حساب السرعة	5
$V = -\frac{1}{560} \cdot \frac{d\sigma_t}{dt} = -\frac{1}{560} \cdot \frac{0 - 4,2}{60 - 0} = 1,25 \cdot 10^{-4} mol/min$			

حل التمرين 07 :

1- الدراسة التجريبية :

أ - من البيان التفاعل يستغرق مدة زمنية $t \geq 400s$ و عليه التفاعل بطيء
ب - اللقيمة التجريبية لـ $n(\text{CO}_2)$ في نهاية التفاعل : من البيان $P_{\text{CO}_2 f} = 27,75kPa$

$$P.V = n.R.T \rightarrow n_{\text{CO}_2} = \frac{P.V}{R.T}$$

نعلم : $V = 1,35l = 1,35.10^{-3} m^3, T = 25c^\circ = 298k^\circ$ وبالتعويض

$$n_{\text{CO}_2 f} = \frac{27,75.10^3 . 1,35.10^{-3}}{8,32.298} = 15,1.10^{-3} mol$$

2- الدراسة النظرية :

أ- حساب الكميات الابتدائية للمتفاعلات :

$$n_{0(\text{NaHCO}_3)} = \frac{m}{M} = \frac{1,25}{84} = 0,015mol \quad . \quad n_{0(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H})} = c.v = 1.60.10^{-3} = 0,06mol$$

ب- المتفاعل المحد :

المتفاعل المحد هو هيدروكربونات الصوديوم (NaHCO_3) لكون :

$$n_{0(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H})} > n_{0(\text{NaHCO}_3)}$$

ب - تشكيل جدول التقدم :

المعادلة		$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}_{(aq)} + \text{HCO}_3^-_{(aq)} \rightarrow \text{CO}_2g + \text{CH}_3\text{CO}_2^-_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$				
$t = 0$	$x = 0$	0,06	0,015	0	0	زيادة
t	x	$x-0,06$	$x-0,015$	x	x	زيادة
t_{max}	x_{max}	$x_{\text{max}}-0,06$	$x_{\text{max}}-0,015$	x_{max}	x_{max}	زيادة

ج- التقدم الأعظمي : بما ان المحد هو (NaHCO_3) فإن : $x_{\text{max}} = n_{0(\text{NaHCO}_3)} = 0,015mol$

د - اللقيمة النظرية : $n_{(\text{CO}_2)} = x_{\text{max}} = 0,015mol$

المقارنة : نلاحظ ان اللقيمة التجريبية و النظرية متساوية

3- اذا كان تركيز الحمض $c' = 2.c$

فإن سرعة التفاعل الابتدائية تزداد لأن تراكيز المتفاعلات عامل حركي

لحظة تأمل و تركيز

- المحاولة خطوة مهمة نحو الفهم الممتاز ،،
- ... رؤية الحل و تصحيح الأخطاء خطوة أهم لتأطير تلك المحاولة ...

حل التمرين 08 :

1- دور حمض الكبريت المركز: توفير شوارد H^+ إلى الوسط التفاعلي لأنها ضرورية لحدوث التفاعل (التفاعل يتم في وسط حمضي)

2- جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل	$2MnO_4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$					
ح.إ	$n_1 = c_1V_1$	$n_2 = c_2V_2$	زيادة	0	0	زيادة
ح.و	$c_1V_1 - 2x(t)$	$c_2V_2 - 5x(t)$	زيادة	$2x(t)$	$10x(t)$	زيادة
ح.ن	$c_1V_1 - 2x_f$	$c_2V_2 - 5x_f$	زيادة	$2x_f$	$10x_f$	زيادة

3- المتفاعل المحد:

من البيان وفي الحالة النهائية $x_f = 12,5 \times 10^{-5} mol$ وبما أن التفاعل تام $\Leftarrow x_f = x_{\max} = 12,5 \times 10^{-5} mol$

$$c_2V_2 - 5x_{\max} = 0 \Rightarrow 0,1 \times 20 \times 10^{-3} - 5 \times 12,5 \times 10^{-5} = 1,37 \times 10^{-3} mol \neq 0$$

إذن المتفاعل المحد هو شوارد MnO_4^-

حساب قيمة c_1 : بما أن شوارد MnO_4^- ومن جدول التقدم $c_1V_1 - 2x_{\max} = 0$

$$c_1 = \frac{2x_{\max}}{V_1} = \frac{2 \times 12,5 \times 10^{-5}}{25 \times 10^{-3}} = 10^{-2} mol \cdot L^{-1}$$

4- حساب الحجم المولي للغازات V_M : من جدول التقدم: $n_{CO_2}(f) = \frac{V_{CO_2}(f)}{V_M} = 10x_f$ $\Leftarrow V_M = \frac{V_{CO_2}(f)}{10x_f}$

$$V_M = \frac{30 \times 10^{-3}}{10 \times 12,5 \times 10^{-5}} = 24 L \cdot mol^{-1} \Leftarrow \text{ت.ع.}$$

$n_f(H_2C_2O_4) = c_2V_2 - 5x_f$ $= 0,1 \times 20 \times 10^{-3} - 5 \times 12,5 \times 10^{-5}$ $= 1,37 \times 10^{-3} mol$	$n_f(MnO_4^-) = 0 mol$	$n_f(Mn^{2+}) = 2x_f$ $= 2 \times 12,5 \times 10^{-5}$ $= 2,5 \times 10^{-4} mol$	$n_f(CO_2) = 10x_f$ $= 10 \times 12,5 \times 10^{-5} = 1,25 \times 10^{-3} mol$
--	------------------------	---	--

5- التركيب المولي للمزيج التفاعلي في نهاية التفاعل: $x_f = 12,5 \times 10^{-5} mol$

6- حساب التركيز المولي الابتدائي للمتفاعلات في الوسط التفاعلي: من جدول التقدم وفي الحالة الابتدائية

$$[H_2C_2O_4]_0 = \frac{c_2V_2}{V_1 + V_2} = \frac{0,1 \times 20 \times 10^{-3}}{(25 + 20) \times 10^{-3}} = 4,4 \times 10^{-2} mol \cdot L^{-1}$$

$$[MnO_4^-]_0 = \frac{c_1V_1}{V_1 + V_2} = \frac{0,01 \times 25 \times 10^{-3}}{(25 + 20) \times 10^{-3}} = 5,5 \times 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$$

7- تبيان أن $[H_2C_2O_4] = \frac{c_2V_2}{V_1 + V_2} - \frac{V_{CO_2}}{2V_M \cdot (V_1 + V_2)}$

$$\left\{ \begin{array}{l} [H_2C_2O_4]_f = \frac{c_2V_2}{(V_1 + V_2)} - \frac{5x_f}{(V_1 + V_2)} \dots\dots\dots(1) \Leftarrow n_f(H_2C_2O_4) = c_2V_2 - 5x_f \\ x_f = \frac{V_{CO_2}}{10V_M} \dots\dots\dots(2) \Leftarrow n_f(CO_2) = \frac{V_{CO_2}}{V_M} = 10x_f \end{array} \right\} \text{من جدول التقدم:}$$

بتعويض (2) في (1) نجد:

$$[H_2C_2O_4]_f = \frac{c_2V_2}{(V_1 + V_2)} - \frac{V_{CO_2}}{2V_M \cdot (V_1 + V_2)} \Leftarrow [H_2C_2O_4]_f = \frac{c_2V_2}{(V_1 + V_2)} - 5 \times \frac{V_{CO_2}}{10V_M \cdot (V_1 + V_2)}$$

$$[H_2C_2O_4]_f = \frac{0,1 \times 20 \times 10^{-3}}{45 \times 10^{-3}} - \frac{30 \times 10^{-3}}{2 \times 24 \times 45 \times 10^{-3}} = 0,03 mol \cdot L^{-1} \text{ ت.ع.}$$

حل التمرين 09 :

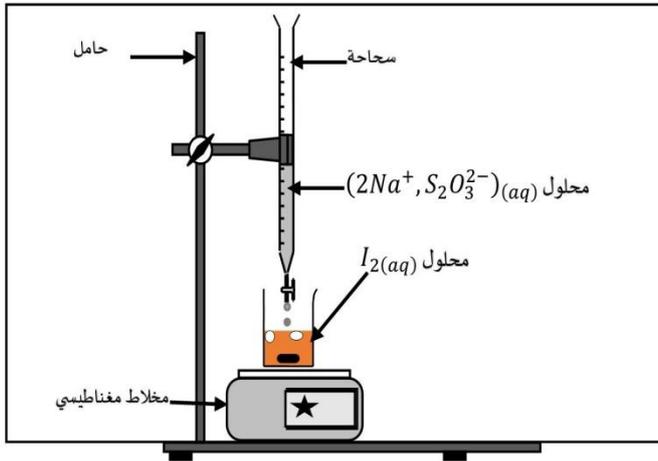
1- جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$S_2O_8^{2-}(aq) + 2I^-(aq) = 2SO_4^{2-}(aq) + I_2(aq)$			
حالة الجملة	التقدم	كميات المادة بالمول			
حالة ابتدائية	$x = 0$	$C_1 \cdot V_1$	$C_2 \cdot V_2$	0	0
حالة انتقالية	$x(t)$	$C_1 \cdot V_1 - x$	$C_2 \cdot V_2 - 2x$	$2x$	x
حالة نهائية	x_f	$C_1 \cdot V_1 - x_f$	$C_2 \cdot V_2 - 2x_f$	$2x_f$	x_f

2- عبارة التركيز المولي $[S_2O_8^{2-}]$ عند اللحظة t :

$$[S_2O_8^{2-}] = \frac{C_1 \cdot V_1 - x}{V_1 + V_2} = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} - \frac{x}{V_1 + V_2} \Rightarrow [S_2O_8^{2-}] = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} - [I_2]$$

أ- نبرد العينات مباشرة بعد فصلها عن المزيج: لتوقيف التفاعل (أي المحافظة على تركيب العينة لحظة فصلها عن المزيج).



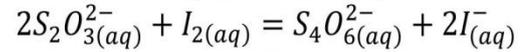
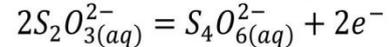
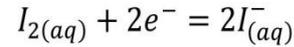
ب- الرسم التخطيطي لعملية المعايرة:

ج- نكشف عن حدوث التكافؤ: بإضافة قليلة من صبغ (مطبوخ)

النشا ليصبح لون المحلول أزرق ونسكب المحلول المعيار

تدريجياً حتى يختفي اللون الأزرق.

د- معادلة تفاعل المعايرة:



ه- جدول تقدم تفاعل المعايرة:

معادلة التفاعل		$2S_2O_3^{2-}(aq) + I_2(aq) = S_4O_6^{2-}(aq) + 2I^-(aq)$			
حالة الجملة	التقدم	كميات المادة بالمول			
حالة ابتدائية	$x = 0$	$C \cdot V_E$	$[I_2] \cdot V_0$	0	0
عند التكافؤ	x_E	$C_3 \cdot V_{eq} - 2x_E$	$[I_2] \cdot V_0 - x_E$	x_E	$2x_E$

عبارة $[I_2]$ بدلالة C, V_E, V_0 عند التكافؤ يكون المزيج بنسب ستوكيومترية

$$\frac{C \cdot V_E}{2} = [I_2] \cdot V_0 \Rightarrow [I_2] = \frac{C \cdot V_E}{2 \cdot V_0} \dots \dots (1)$$

4- $[S_2O_8^{2-}]_i$ التركيز المولي لشوارد البيروكسيدكبريتات في المزيج لحظة انطلاق التفاعل:

$$[S_2O_8^{2-}]_i = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} = \frac{4 \cdot 10^{-2} \cdot 100}{200} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$[S_2O_8^{2-}]_i = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} \text{ و } [S_2O_8^{2-}]_t = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} - [I_2] \text{ عبارة } [S_2O_8^{2-}] \text{ بدلالة } V_E \text{ مما سبق لدينا}$$

$$[S_2O_8^{2-}]_t = [S_2O_8^{2-}]_i - [I_2] \dots \dots (2)$$

$$[S_2O_8^{2-}]_t = [S_2O_8^{2-}]_i - \frac{C \cdot V_E}{2 \cdot V_0} \quad \text{نعوض (1) في (2) نجد:}$$

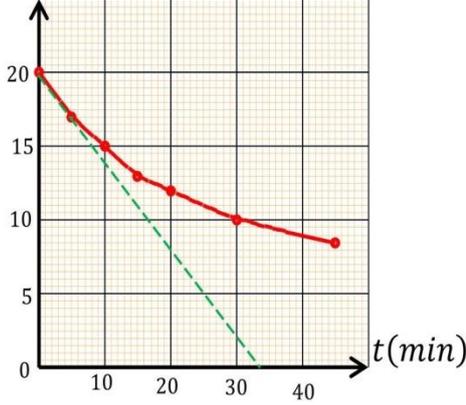
$$[S_2O_8^{2-}]_t = 2 \cdot 10^{-2} - \frac{1,5 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10} \cdot V_E$$

$$\boxed{[S_2O_8^{2-}]_t = (20 - 0,75 \cdot V_E) \cdot 10^{-3}}$$

اكمال الجدول: نستعمل العلاقة الاخيرة

$t(\text{min})$	0	5	10	15	20	30	45
$[S_2O_8^{2-}](\text{mmol/L})$	20	17	15	13	12	10	8,5

$[S_2O_8^{2-}](\text{mmol/L})$



أ- رسم المنحنى البياني $[S_2O_8^{2-}] = f(t)$

ب- تعريف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$: هو الزمن اللازم حتى يبلغ التفاعل نصف تقدمه النهائي.

$$[S_2O_8^{2-}](t_{1/2}) = \frac{[S_2O_8^{2-}]_i}{2} = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{2} = 10 \text{ mmol/L}$$

من البيان نجد: $t_{1/2} = 10 \text{ min}$

ج- تعريف السرعة الحجمية للتفاعل: هي سرعة التفاعل في وحدة الحجم.

$$V_T = V_1 + V_2 \quad \text{حيث أن} \quad \boxed{v_{Vol} = \frac{1}{V_T} \cdot \frac{dx}{dt}} \quad \dots (*)$$

حساب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$

$$[S_2O_8^{2-}] = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} - \frac{x}{V_1 + V_2} \quad \text{من جدول القدم لدينا:}$$

$$\frac{dx}{dt} = -(V_1 + V_2) \cdot \frac{d[S_2O_8^{2-}]}{dt} \leftarrow \frac{d[S_2O_8^{2-}]}{dt} = -\frac{1}{V_1 + V_2} \frac{dx}{dt} \quad \text{نشق العبارة الاخيرة بالنسبة للزمن نجد:}$$

$$v_{Vol}(t = 0) = -\left(\frac{d[S_2O_8^{2-}]}{dt}\right)_{t=0} \quad \text{إذن} \quad v_{Vol} = -\frac{d[S_2O_8^{2-}]}{dt} \quad \text{نجد: (*)}$$

$$\text{حيث} \quad \left(\frac{d[S_2O_8^{2-}]}{dt}\right) \quad \text{هو ميل المماس عند اللحظة} \quad t = 0$$

$$v_{Vol}(t = 0) = -\left(\frac{20 - 0}{0 - 34}\right) = 0,59 \text{ mmol/L} \cdot \text{min}$$

5- أ- البيان الخاص بكل تجربة:

في التجريبتين الاولى والثالثة غيرنا درجة الحرارة (حيث استخدمنا نفس كمية المادة للمتفاعلات إذن لهما نفس التقدم النهائي x_f) ومنه يكون التفاعل أسرع في التجربة الاولى.

المنحنى الثاني 02 خاص بالتجربة الثالثة.

المنحنى الاول 01 خاص بالتجربة الاولى.

بما أن $[S_2O_8^{2-}]_i$ أكبر في التجربة الثانية فيكون التقدم النهائي x_f أكبر. إذن المنحنى الثالث 03 خاص بالتجربة الثانية.

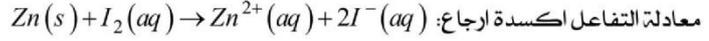
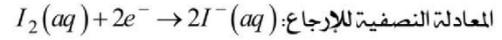
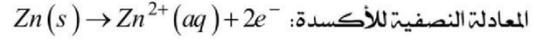
ب- العوامل الحركية التي تبرزها كل تجربة:

التجريبتين الاولى والثالثة تبرزان دور درجة الحرارة.

التجريبتين الاولى والثانية تبرزان دور التراكيز لمولية الابتدائية للمتفاعلات.

حل التمرين 10 :

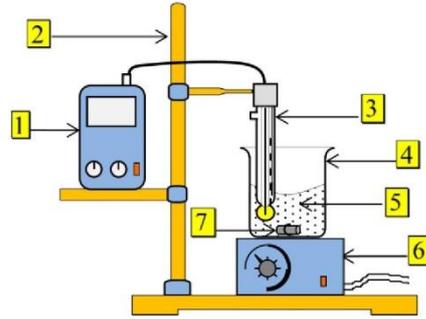
1- أكتب معادلة التفاعل النمذجة للتحويل الكيميائي الحادث.



2- يمكن متابعة هذا التحويل الكيميائي عن طريق قياس الناقلية: بسبب التشكل التدريجي لشارديتي (Zn^{2+}) و (I^{-}) .

سبب تزايدها: تزايد تركيز الشوارد (Zn^{2+}) و (I^{-}) لأن الناقلية النوعية متعلقة بالشوارد فكلما زاد تركيزها في المحلول زادت الناقلية النوعية.

3- تعرف على العناصر المرقمة في الشكل-5.



الرقم	اسم العنصر
1	جهاز قياس الناقلية
2	حامل
3	خلية قياس
4	بيشر
5	الوسط التفاعلي
6	مخلوط مغناطيسي
7	قطعة مغناطيسية

4- جدول تقدم التفاعل، ثم تعين المتفاعل المحد وقيمة التقدم الأعظمي x_{\max} .

	$\text{Zn}(s) + \text{I}_2(aq) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(aq) + 2\text{I}^{-}(aq)$			
الحالة الابتدائية	n_{01}	n_{02}	0	0
الحالة الانتقالية	$n_{01} - x(t)$	$n_{02} - x(t)$	$x(t)$	$2x(t)$
الحالة النهائية	$n_{01} - x_{\max}$	$n_{02} - x_{\max}$	x_{\max}	$2x_{\max}$

$$\text{نفرض أن Zn هو المتفاعل المحد: } n_{01} - x_{\max} = 0 \text{ ومنه: } \frac{m}{M} = x_{\max} \Rightarrow n_{01} = x_{\max}$$

$$\text{ومنه: } x_{\max} = \frac{0,5}{65,4} = 7,64 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{نفرض أن I}_2 \text{ هو المتفاعل المحد: } n_{02} - x_{\max} = 0 \text{ ومنه: } CV = x_{\max}$$

$$\text{ومنه: } x_{\max} = 2 \times 10^{-2} \times 250 \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

و بالتالي المتفاعل المحد هو: محلول ثنائي اليود $\text{I}_2(aq)$ ، إذن قيمة التقدم الأعظمي $x_{\max} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$

5- تبيان أن عبارة الناقلية النوعية $\sigma(t)$ للمزيج عند اللحظة t هي: $\sigma(t) = Ax(t)$ حيث A ثابت يطلب تعيين عبارته بدلالة $\lambda(\text{Zn}^{2+})$ و $\lambda(\text{I}^{-})$ و V .

لدينا عبارة الناقلية النوعية عند اللحظة t : $\sigma(t) = \lambda(\text{Zn}^{2+})[\text{Zn}^{2+}](t) + \lambda(\text{I}^{-})[\text{I}^{-}](t)$

$$\text{حيث: } \begin{cases} [\text{Zn}^{2+}](t) = \frac{x(t)}{V} \\ [\text{I}^{-}](t) = \frac{2x(t)}{V} \end{cases} \text{ ومنه: } \sigma(t) = Ax(t) \text{ إذن: } \sigma(t) = \left(\frac{\lambda(\text{Zn}^{2+}) + 2\lambda(\text{I}^{-})}{V} \right) x(t)$$

$$\text{حيث: } A = \frac{\lambda(\text{Zn}^{2+}) + 2\lambda(\text{I}^{-})}{V}$$

6. تبين أنه عند زمن نصف التفاعل ($t_{1/2}$) تكون الناقلية النوعية للمزيج المتفاعل: $\sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma_f}{2}$ حيث σ_f هي الناقلية النوعية للمزيج في نهاية التفاعل، ثم استنتاج قيمة ($t_{1/2}$).

عند اللحظة $t = t_{1/2}$: $\sigma(t_{1/2}) = Ax(t_{1/2})$ و $x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2}$ ومنه: (1) $\sigma(t_{1/2}) = A \frac{x_{\max}}{2}$
 عند نهاية التفاعل: (2) $\sigma_f = Ax_{\max}$

بقسمة العلاقة (1) على (2) طرف لطرف نجد: $\frac{\sigma(t_{1/2})}{\sigma_f} = \frac{A \frac{x_{\max}}{2}}{Ax_{\max}} = \frac{1}{2}$ ومنه: $\sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma_f}{2}$

استنتاج قيمة زمن نصف التفاعل ($t_{1/2}$):

من البيان قيمة زمن نصف التفاعل: $t_{1/2} = 200s$ ، $\sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma_f}{2} = \frac{0,52}{2} = 0,26S.m^{-1}$

7. أ- تبين أن عبارة سرعة التفاعل تكتب من الشكل: $v(t) = \frac{1}{A} \frac{d\sigma(t)}{dt}$

$v(t) = \frac{dx(t)}{dt}$ ولدينا مما سبق $\sigma(t) = Ax(t)$ ومنه: $x(t) = \frac{\sigma(t)}{A}$

وعليه: $v(t) = \frac{d\left(\frac{\sigma(t)}{A}\right)}{dt} = \frac{1}{A} \frac{d\sigma(t)}{dt}$ إذن: $v(t) = \frac{1}{A} \frac{d\sigma(t)}{dt}$

ب- أحسب قيمة سرعة التفاعل عند اللحظتين: $t_1 = 0$ و $t_2 = 600s$ عند اللحظة: $t = 0$

حيث: $v(0) = \frac{1}{A} \frac{d\sigma}{dt} \Big|_{t=0} = \frac{1}{25,96 \times 10^{-3}} \times \frac{250 \times 10^{-6}}{\lambda(Zn^{2+}) + 2\lambda(I^-)} = 9,63 \times 10^{-3} m.S^{-1}.mol$

ومنه: $v(0) = 1,67 \times 10^{-5} mol.s^{-1}$ إذن: $v(0) = \frac{1}{A} \frac{d\sigma}{dt} \Big|_{t=0} = 9,63 \times 10^{-3} \times \frac{0,4}{230}$

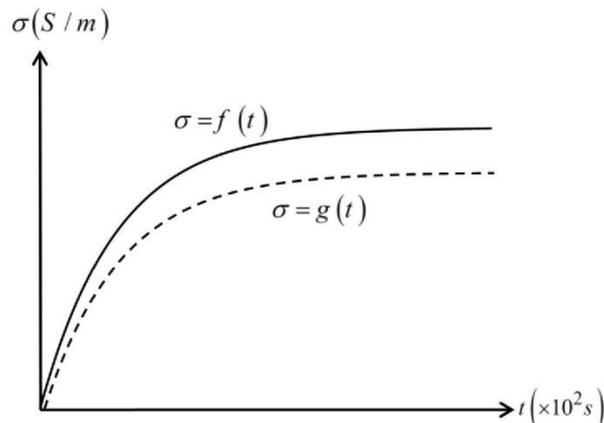
عند اللحظة: $t = 600s$

إذن: $v(600s) = \frac{1}{A} \frac{d\sigma}{dt} \Big|_{t=600s} = 9,63 \times 10^{-3} \times \left(\frac{0,32 - 0,45}{0 - 600} \right)$
 $v(600s) = 2,028 \times 10^{-6} mol.s^{-1}$

ج- سبب تناقص سرعة التفاعل مع مرور الزمن.

كلما مر الزمن تتناقص كمية مادة المتفاعلين، وبالتالي تناقص تواتر التصادمات الفعالة بين المتفاعلات وهذا يؤدي إلى تناقص سرعة التفاعل.

8 عند خفض درجة الحرارة أي $\theta_1 > \theta_2$ فإن: $\sigma_{f_1} > \sigma_{f_2}$.



حل التمرين 11 :

الفوج الأول :

1- نكشف عن غاز ثنائي الهيدروجين $H_2(g)$ المنطلق بواسطة عود ثقاب مشتعل فتحدث فرقة.

2- أرسم للحنى $[H_3O^+] = f(t)$: $[H_3O^+] (\times 10^{-2} mol/L)$



ب- استنتاج التركيز المولي الابتدائي c لمحلول حمض كلور الماء :

لدينا من الجدول ولما $t = 0$ نجد: $c = [H_3O^+]_0 = 60 \times 10^{-2} mol/L$ أي: $c = 6 \times 10^{-1} mol/L$

3- لجدول تقدم التفاعل:

الحالة	تقدم التفاعل ب mol	$Mg(s) + 2H_3O^+(aq) = Mg^{2+}(aq) + H_2(g) + 2H_2O(l)$				
الابتدائية	$x = 0$	n_{01}	n_{02}	0	0	بالزيادة
الانتقالية	$x(t)$	$n_{01} - x(t)$	$n_{02} - 2x(t)$	$x(t)$	$x(t)$	بالزيادة
النهائية	x_{max}	$n_{01} - x_{max}$	$n_{02} - 2x_{max}$	x_{max}	x_{max}	بالزيادة

ب- تحديد المتفاعل المحد:

لدينا التفاعل تام ومن البيان نجد: $[H_3O^+]_0 = 20 \times 10^{-2} mol/L \neq 0$ ومنه: شوارد $H_3O^+(aq)$

موجودة بالزيادة في نهاية التفاعل إذن معدن المغنيزيوم $Mg(s)$ هو المتفاعل المحد.

استنتاج قيمة التقدم الأعظمي x_{max} : لدينا من جدول تقدم التفاعل عند الحالة النهائية:

$$x_{max} = \frac{cV - [H_3O^+]_f V}{2} \quad \text{ومنه:} \quad x_{max} = \frac{n_{02} - n_f(H_3O^+)}{2} \quad \text{ومنه:} \quad n_f(H_3O^+) = n_{02} - 2x_{max}$$

$$x_{max} = \frac{(6 \times 10^{-1} - 2 \times 10^{-1}) 50 \times 10^{-3}}{2} = 10^{-2} mol \quad \text{أي:} \quad x_{max} = \frac{(c - [H_3O^+]_f) V}{2} \quad \text{ت-ع:}$$

$$x_{max} = 10^{-2} mol \quad \text{أي:}$$

ج- حساب الكتلة m_0 لصفحة المغنيزيوم المستعملة: لدينا $Mg(s)$ متفاعل محد أي: $n_{01} - x_{max} = 0$

$$\text{ومنه:} \quad \frac{m_0}{M(Mg)} = x_{max} \quad \text{ومنه:} \quad m_0 = x_{max} \cdot M(Mg) \quad \text{ت-ع:} \quad m_0 = 10^{-2} \times 24 = 0,24g \quad \text{أي:}$$

$$m_0 = 0,24g$$

4- حساب سرعة التفاعل $v(t)$ عند اللحظة $t = 0$:

لدينا: $v(t) = \frac{dx(t)}{dt} \dots (1)$. ولدينا من جدول تقدم التفاعل عند الحالة الانتقالية:

$$x(t) = \frac{n_{02} - [H_3O^+] \downarrow V}{2} \text{ أي: } x(t) = \frac{n_{02} - n_t(H_3O^+)}{2} \text{ ومنه: } n_t(H_3O^+) = n_{02} - 2x(t)$$

$$v(t) = \frac{-V}{2} \times \frac{d[H_3O^+] \downarrow}{dt} \text{ وبالتعويض في (1) نجد: } v(t) = \frac{d\left(\frac{n_{02} - [H_3O^+] \downarrow V}{2}\right)}{dt} \text{ وبالتبسيط نجد:}$$

$$v(0) = \frac{-V}{2} \times \frac{d[H_3O^+] \downarrow}{dt} \Bigg|_{t=0} = \frac{-50 \times 10^{-3}}{2} \times \frac{(0 - 60) \times 10^{-2}}{(2,8 - 0)} = 5,4 \times 10^{-3} \text{ mol / min} \text{ ت-ع:}$$

$$v(0) = 5,4 \times 10^{-3} \text{ mol / min} \text{ أي:}$$

الفوج الثاني:

1- تسمية العناصر الرقمة مع تبيان دور العنصر 4 في الشكل 3:

رقم العنصر	الاسم الموافق
1	محلول حمض كلور الماء.
2	دورق زجاجي.
3	مسحوق معدن المغنيزيوم النقي.
4	جهاز قياس الضغط دوره قياس الضغط لغاز $H_2(g)$ المنطلق.

2- ايجاد الحجم الثابت V_{H_2} لغاز ثنائي الهيدروجين المنطلق، علما أن حجم الزجاجية (2) هو $V' = 250 \text{ mL}$:

$$V_{H_2} = 250 - 50 = 200 \text{ mL} \text{ ت-ع: } V_{H_2} = V' - V \text{ ومنه: } V' = V + V_{H_2}$$

$$V_{H_2} = 200 \text{ mL} = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ أي:}$$

3- جدول تقدم التفاعل:

الحالة	تقدم التفاعل mol بـ	$Mg(s) + 2H_3O^+(aq) = Mg^{2+}(aq) + H_2(g) + 2H_2O(l)$				
الابتدائية	$x = 0$	n_{01}	n_{02}	0	0	بالزيادة
الانتقالية	$x(t)$	$n_{01} - x(t)$	$n_{02} - 2x(t)$	$x(t)$	$x(t)$	بالزيادة
النهائية	x_{\max}	$n_{01} - x_{\max}$	$n_{02} - 2x_{\max}$	x_{\max}	x_{\max}	بالزيادة

أ- تبيان أن عبارة تقدم التفاعل $x(t)$ عند اللحظة t تكتب بـ $x(t) = \frac{V_{H_2}}{R \times (\theta + 273)} \times P_{H_2}(t)$:

$$n_{H_2}(t) = \frac{P_{H_2}(t)V_{H_2}}{RT} \text{ ومنه: } P_{H_2}(t)V_{H_2} = n_{H_2}(t)RT$$

$$T = \theta + 273 \text{ حيث: } n_{H_2}(t) = \frac{V_{H_2}}{R \times (\theta + 273)} \times P_{H_2}(t) \text{ أي:}$$

ولدينا من جدول تقدم التفاعل: $n_{H_2}(t) = x(t)$ وعليه: $x(t) = \frac{V_{H_2}}{R \times (\theta + 273)} \times P_{H_2}(t)$

ب- استنتاج قيمة التقدم الأعظمي x_{\max} :

لدينا: $x(t) = \frac{V_{H_2}}{R \times (\theta + 273)} \times P_{H_2}(t)$ ولما $t = t_f$ نجد: $x_{\max} = \frac{V_{H_2}}{R \times (\theta + 273)} \times P_f(H_2)$

حيث من البيان $P_{H_2} = g(t)$ نجد: $P_f(H_2) = 12,4 \times 10^4 \text{ pa}$

ت- ع: $x_{\max} = \frac{2 \times 10^{-4}}{8,31 \times (25 + 273)} \times 12,4 \times 10^4 = 0,01 \text{ mol}$ أي: $x_{\max} = 10^{-2} \text{ mol}$

تحديد للتفاعل المحد: نفرض أن $H_3O^+(aq)$ متفاعل محد: $n_{O_2} - 2x_{\max} = 0$

ومنه: $n_{O_2} - 2x_{\max} \neq 0$ أي: $cV - 2x_{\max} = 0,6 \times 50 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-2} = 10^{-2} \text{ mol}$

وعليه: معدن المغنيزيوم $Mg(s)$ هو المتفاعل المحد.

ج- استنتاج قيمة كتلة مسحوق الألمنيوم m_0 : لدينا $Mg(s)$ متفاعل محد أي: $n_{O_2} - x_{\max} = 0$

ومنه: $\frac{m_0}{M(Mg)} = x_{\max}$ ومنه: $m_0 = x_{\max} \cdot M(Mg)$ ت- ع: $m_0 = 10^{-2} \times 24 = 0,24 \text{ g}$

أي: $m_0 = 0,24 \text{ g}$ وعليه هذه القيمة توافق نتيجة الفوج الأول.

4- لتبيان أن عبارة سرعة التفاعل $v(t)$ تكتب بالشكل: $v(t) = \frac{x_{\max}}{P_f(H_2)} \times \frac{dP_{H_2}(t)}{dt}$

لدينا: $v(t) = \frac{dx(t)}{dt}$ ولدينا مما سبق:

$$\begin{cases} x(t) = \frac{V_{H_2}}{R \times (\theta + 273)} \times P_{H_2}(t) \dots (1) \\ x_{\max} = \frac{V_{H_2}}{R \times (\theta + 273)} \times P_f(H_2) \dots (2) \end{cases}$$

بقسمة العلاقة (1) على العلاقة (2) نجد: $\frac{x(t)}{x_{\max}} = \frac{P_{H_2}(t)}{P_f(H_2)}$ ومنه $x(t) = \frac{x_{\max} P_{H_2}(t)}{P_f(H_2)}$

وعليه: $v(t) = \frac{d\left(\frac{x_{\max} P_{H_2}(t)}{P_f(H_2)}\right)}{dt} = \frac{x_{\max}}{P_f(H_2)} \times \frac{dP_{H_2}(t)}{dt}$ وهو المطلوب.

قيمة $v(t)$ عند اللحظة $t = 0$:

$$v(0) = \frac{x_{\max}}{P_f(H_2)} \times \frac{dP_{H_2}(t)}{dt} \Bigg|_{t=0} = \frac{10^{-2}}{12,4 \times 10^4} \times \frac{(12,4 - 0) \times 10^4}{(1,2 - 0)} = 8,3 \times 10^{-3}$$

أي: $v(0) = 8,3 \times 10^{-3} \text{ mol / min}$

5- تعريف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$: هو الزمن الضروري لبلوغ تقدم التفاعل لنصف تقدمه الأعظمي ونكتب:

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2}$$

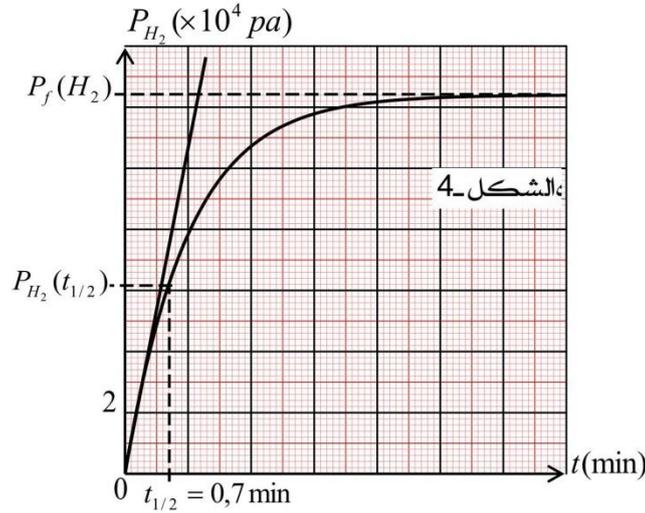
قيمة $t_{1/2}$ بيانياً مع التعميل:

$$\frac{x(t_{1/2})}{x_{\max}} = \frac{1}{2} \quad \text{حيث} \quad \frac{x(t_{1/2})}{x_{\max}} = \frac{P_{H_2}(t_{1/2})}{P_f(H_2)} \quad \text{ولما} \quad t = t_{1/2} \quad \text{نجد:} \quad \frac{x(t)}{x_{\max}} = \frac{P_{H_2}(t)}{P_f(H_2)}$$

$$P_{H_2}(t_{1/2}) = \frac{P_f(H_2)}{2} \quad \text{أي:} \quad \frac{1}{2} = \frac{P_{H_2}(t_{1/2})}{P_f(H_2)}$$

$$P_{H_2}(t_{1/2}) = \frac{12,4 \times 10^4}{2} = 6,2 \times 10^4 \text{ pa} \quad \text{ت-ع}$$

وعليه: $t_{1/2}$ هو فاصلة الترتيبية $P_{H_2}(t_{1/2}) = 6,2 \times 10^4 \text{ pa}$ وبالإسقاط نجد: $t_{1/2} = 0,7 \text{ min}$



المقارنة بين سرعة التفاعلين:

الفوج الثاني	الفوج الأول	قيمة $v(0)$ بـ $(\text{mol} / \text{min})$
$8,3 \times 10^{-3}$	$5,4 \times 10^{-3}$	
مسحوق	صفيحة	شكل معدن المغنزيوم $Mg(s)$

نلاحظ أن قيمة $v(0)$ للفوج الثاني أكبر من $v(0)$ قيمة للفوج الأول. نستنتج أن زيادة مساحة سطح التلامس بين المتفاعلات تزيد من سرعة التفاعل. أي: مساحة سطح التلامس هو عامل حركي.

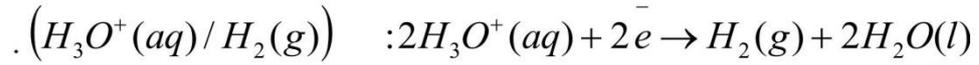
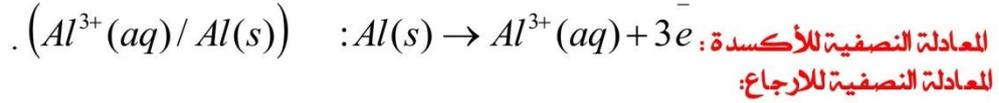
حل التمرين 12 :

للزيج الأول: 1- أ- تعريف كل من المؤكسد والأكسدة :

للمؤكسد Ox : هو كل فرد كيميائي قابل لاكتساب إلكترون أو أكثر أثناء حدوث تحول كيميائي .

الأكسدة: عملية فقد إلكترون أو أكثر من المرجع Red إلى المؤكسد Ox ونكتب $Red \rightarrow Ox + ne$

ب- للمعادلتين النصفيتين للأكسدة والارجاع مع تحديد الشنئيتين (Ox/Red) للشركتين في التفاعل:



2- أ- جدول تقدم التفاعل:

الحالة	تقدم التفاعل بـ mol	$2Al(s) + 6H_3O^+(aq) = 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g) + 6H_2O(l)$				
الابتدائية	$x = 0$	n_{01}	$n_{02} = cV$	0	0	بالزيادة
الانتقالية	$x(t)$	$n_{01} - 2x(t)$	$n_{02} - 6x(t)$	$2x(t)$	$3x(t)$	بالزيادة
النهائية	x_{max}	$n_{01} - 2x_{max}$	$n_{02} - 6x_{max}$	$2x_{max}$	$3x_{max}$	بالزيادة

ب- جد قيمة التقدم الأعظمي x_{max} :

نعلم أن المزيج ستكيميومتري أي: $n_{01} - 2x_{max} = 0$ ومنه: $x_{max} = \frac{n_{01}}{2}$ ومنه: $x_{max} = \frac{m}{2M(Al)}$

ت-ع: $x_{max} = \frac{1,35}{2 \times 27} = 0,025 mol$ أي: $x_{max} = 2,5 \times 10^{-2} mol$

ج- استنتاج التركيز المولي الابتدائي c لحمض كلور الماء:

نعلم أن المزيج ستكيميومتري أي: $n_{02} - 6x_{max} = 0$ ومنه: $cV = 6x_{max}$ أي: $c = \frac{6x_{max}}{V}$

ت-ع: $c = \frac{6 \times 2,5 \times 10^{-2}}{2 \times 10^2 \times 10^{-3}} = 0,75 mol/L$ أي: $c = 750 mmol/L$

3- أ- سلم مناسب لمحور الترتيب :

لدينا: $[H_3O^+]_0 = c = 750 m.mol/L$

ومنه: $\begin{cases} 7,5 cm \rightarrow 750 m.mol/L \\ 1 cm \rightarrow x m.mol/L \end{cases}$ ومنه: $x = \frac{750}{7,5} = 100 m.mol/L$ أي: $1 cm \rightarrow 100 m.mol/L$

ب- تبيان أنه عند $t_{1/2}$ يكون $\frac{c}{2}$: $[H_3O^+]_{t_{1/2}} = \frac{c}{2}$

لدينا من جدول تقدم التفاعل: $n_{H_3O^+}(t) = n_{02} - 6x(t)$

ولما $t = t_{1/2}$ نجد: $n_{H_3O^+}(t_{1/2}) = n_{O_2} - 6x(t_{1/2})$ ومنه: $[H_3O^+]_{1/2} V = n_{O_2} - 6x(t_{1/2})$

ونعلم أن: $x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2}$ ومنه: $[H_3O^+]_{1/2} V = n_{O_2} - 6 \frac{x_{\max}}{2}$

$$[H_3O^+]_{1/2} = \frac{n_{O_2} - 3x_{\max}}{V} \dots (1) \text{ أي:}$$

ولما $t = t_f$ نجد: $n_{O_2} - 6x_{\max} = 0$ (لأن اللزيج ستكيومتري) أي: $x_{\max} = \frac{n_{O_2}}{6}$

وبالتعويض في (1) نجد: $[H_3O^+]_{1/2} = \frac{n_{O_2} - \frac{n_{O_2}}{2}}{V} = \frac{n_{O_2}}{2V}$ ومنه: $[H_3O^+]_{1/2} = \frac{cV}{2V}$

$$[H_3O^+]_{1/2} = \frac{750}{2} = 375 \text{ m.mol/L} \text{ تـع.} \quad [H_3O^+]_{1/2} = \frac{c}{2} \text{ وعليه:}$$

استنتاج قيمة $t_{1/2}$ بيانيا:

$t_{1/2} = 5 \text{ min}$ هو فاصلة الترتيب $[H_3O^+]_{1/2} = 375 \text{ m.mol/L}$ وبالإسقاط نجد:

4- تبين أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل تكتب بـ: $v_{vol}(t) = -\frac{1}{6} \times \frac{d[H_3O^+](t)}{dt}$

نعلم أن: $v_{vol}(t) = \frac{1}{V} \times \frac{dx(t)}{dt} \dots (I)$

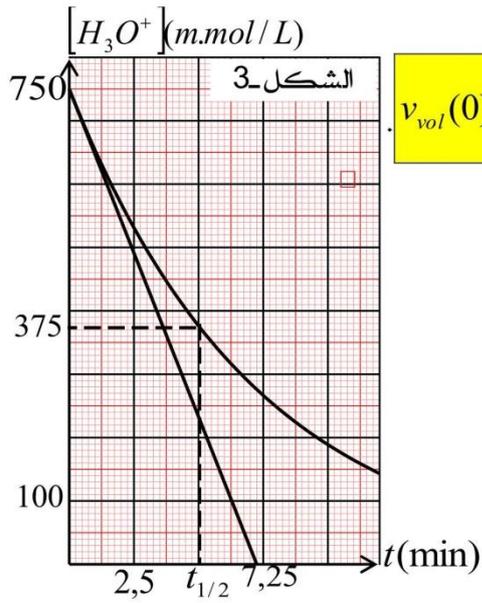
ولدينا من جدول تقدم التفاعل: $x(t) = \frac{n_{O_2} - n_{H_3O^+}(t)}{6}$ ومنه:

وبالتعويض في (I): $v_{vol}(t) = \frac{1}{V} \times \frac{d\left(\frac{n_{O_2} - n_{H_3O^+}(t)}{6}\right)}{dt}$ ومنه: $v_{vol}(t) = -\frac{1}{6V} \times \frac{dn_{H_3O^+}(t)}{dt}$

ومنه: $v_{vol}(t) = -\frac{1}{6V} \times \frac{d([H_3O^+](t)V)}{dt}$ أي: $v_{vol}(t) = -\frac{1}{6} \times \frac{d[H_3O^+](t)}{dt}$ وهو المطلوب.

حساب قيمتها الأعظمية يعني حساب $v_{vol}(0)$:

لدينا: $v_{vol}(0) = -\frac{1}{6} \times \frac{d[H_3O^+](t)}{dt} \Big|_{t=0} = -\frac{1}{6} \times \frac{\Delta[H_3O^+]}{\Delta t}$



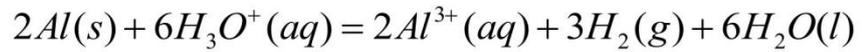
ت-ع:

$$v_{vol}(0) = -\frac{1}{6} \times \frac{(750 - 0) \times 10^{-3}}{(0 - 7,25)} = 1,7 \times 10^{-2} \text{ mol / L.min}$$

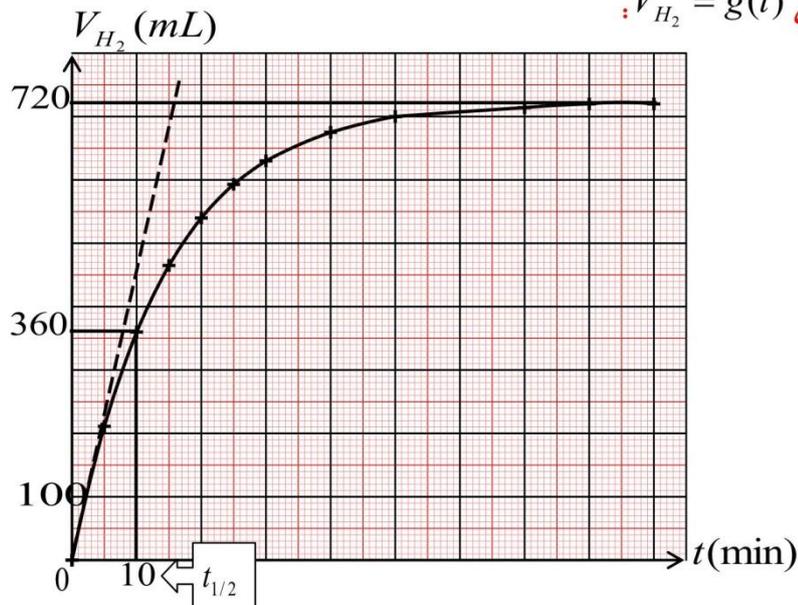
للزيغ الثاني:

1-تسمية العناصر للشل إليها بأرقام في الشكل-3:

رقم العنصر	الاسم
1	حمض كلور الماء
2	دورق زجاجي
3	مسحوق ألأنيوم
4	أنبوب توصيل
5	مخبر مدرج منكوس
6	عازل ثنائي الهيدروجين
7	فقاعة غازية لثنائي الهيدروجين
8	حوض زجاجي
9	الماء



2-رسم المنحنى البياني $V_{H_2} = g(t)$:



3 أ- جدول تقدم التفاعل:

الحالة	تقدم التفاعل mol ب	$2Al(s) + 6H_3O^+(aq) = 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g) + 6H_2O(l)$				
الابتدائية	$x = 0$	n_{01}	$n_{02} = c'V$	0	0	بالزيادة
الانتقالية	$x(t)$	$n_{01} - 2x(t)$	$n_{02} - 6x(t)$	$2x(t)$	$3x(t)$	بالزيادة
النهائية	x_{max}	$n_{01} - 2x_{max}$	$n_{02} - 6x_{max}$	$2x_{max}$	$3x_{max}$	بالزيادة

ب- قيمة التقدم الأعظمي: لدينا من جدول تقدم التفاعل: $n_f(H_2) = 3x_{max}$

$$x_{max} = \frac{V_f(H_2)}{3} \quad \text{ومنه:} \quad x_{max} = \frac{n_f(H_2)}{3} \quad \text{ونعلم أن:} \quad n_f(H_2) = \frac{V_f(H_2)}{V_M} \quad \text{أي:} \quad x_{max} = \frac{V_f(H_2)}{3V_M}$$

$$x_{max} = 10^{-2} mol \quad \text{أي:} \quad x_{max} = \frac{720 \times 10^{-3}}{3 \times 24} = 0,01 mol \quad \text{ت-ع:}$$

- تحديد للتفاعل المحد:

نفرض أن هو المتفاعل المحد أي: $n_{01} - 2x_{max} = 0$

$$x_{max} = \frac{m}{M(Al)} - 2x_{max} = \frac{1,35}{27} - 2 \times 10^{-2} = 0,03 mol \quad \text{ت-ع:} \quad n_{01} - 2x_{max} \neq 0 \quad \text{أي:}$$

إذن: الألمنيوم موجود بالزيادة في نهاية التفاعل.

وبما أن التفاعل تام فإن هو المتفاعل المحد.

ج- استنتاج قيمة التركيز اللولي c' :

$$c' = \frac{6x_{max}}{V} \quad \text{ومنه:} \quad c'V - 6x_{max} = 0 \quad \text{لدينا} \quad (H_3O^+(aq)) \quad \text{متفاعل محد أي:}$$

$$c' = 0,3 mol / L \quad \text{أي:} \quad c' = \frac{6 \times 10^{-2}}{200 \times 10^{-3}} = 0,3 mol / L \quad \text{ت-ع:}$$

4- إيجاد بيانيا قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ مع التعليل:

لدينا من جدول تقدم التفاعل: $n_{H_2}(t) = 3x(t)$ ومنه: $\frac{V_{H_2}(t)}{V_M} = 3x(t)$ أي: $V_{H_2}(t) = 3x(t)V_M$

$$V_{H_2}(t_{1/2}) = 3x(t_{1/2})V_M \dots (1) \quad \text{نجد:} \quad \text{لما}$$

$$V_f(H_2) = 3x_{max}V_M \dots (2) \quad \text{نجد:} \quad t = t_f \quad \text{لما}$$

$$\frac{V_{H_2}(t_{1/2})}{V_f(H_2)} = \frac{x(t_{1/2})}{x_{max}} = \frac{1}{2} \quad \text{بقسمة العلاقة (1) على العلاقة (2) طرف لطرف نجد:}$$

$$V_{H_2}(t_{1/2}) = \frac{720}{2} = 360 \text{ mL} \quad \text{ت-ع} \quad V_{H_2}(t_{1/2}) = \frac{V_f(H_2)}{2} \quad \text{أي:}$$

هو فاصلة الترتيبية $V_{H_2}(t_{1/2}) = 360 \text{ mL}$ وبالاسقاط نجد: $t_{1/2} = 10 \text{ min}$.

$$v_{vol}(t) = \frac{1}{3V \times V_M} \times \frac{dV_{H_2}(t)}{dt} \quad \text{5- أ- تبيان أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل تكتب ب:}$$

نعلم أن:

$$x(t) = \frac{V_{H_2}(t)}{3V_M} \quad \text{ومنه:} \quad x(t) = \frac{n_{H_2}(t)}{3} \quad \text{ومنه:} \quad n_{H_2}(t) = 3x(t)$$

$$v_{vol}(t) = \frac{1}{3V \times V_M} \times \frac{dV_{H_2}(t)}{dt} \quad \text{أي:} \quad v_{vol}(t) = \frac{1}{V} \times \frac{d\left(\frac{V_{H_2}(t)}{3V_M}\right)}{dt} \quad \text{وبالتعويض في (I) نجد:}$$

ب- قيمة السرعة الحجمية الأعظمية:

أي حساب قيمتها لما $t = 0$.

$$v_{vol}(0) = \frac{1}{3V \times V_M} \times \frac{dV_{H_2}(t)}{dt} \Big|_{t=0} = \frac{1}{3V \times V_M} \times \frac{\Delta V_{H_2}}{\Delta t} \Big|_{t=0}$$

$$v_{vol}(0) = \frac{1}{3 \times 200 \times 10^{-3} \times 24} \times \frac{(720 - 0) \times 10^{-3}}{(16 - 0)} = 3,1 \times 10^{-4} \text{ mol / L. min} \quad \text{ت-ع}$$

$$v_{vol}(0) = 3,1 \times 10^{-4} \text{ mol / L. min} \quad \text{أي:}$$

للقارنة بين نتائج المزيجين:

التركيز المولي	$v_{vol}(0)$ (mol / L. min)	$t_{1/2}$ (min)	
$c = 0,75 \text{ mol / L}$	$1,7 \times 10^{-2}$	5	المزيج الأول (I)
$c' = 0,3 \text{ mol / L}$	$3,1 \times 10^{-4}$	10	المزيج الثاني (II)

نلاحظ أن: $v_{vol}(0)_I > v_{vol}(0)_{II}$ و $t_{1/2}(I) < t_{1/2}(II)$.

وهذا بسبب اختلاف في التركيز المولي لحمض كلور الماء: $c > c'$

أي: التفاعل الكيميائي الحادث في المزيج الأول أسرع من التفاعل الكيميائي الحادث في المزيج الثاني. وعليه: التركيز المولي للمتفاعلات عامل حركي.

حل التمرين 13 :

- جدول التقدم :

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

إثبات أن $C_0 = 0.83 \text{ mol/L}$

- نحسب x_{max} عندما يتفكك 1L من H_2O_2 كلياً وينتج 10L من O_2 (حسب تعريف 10V) لدينا :

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

ومن جدول التقدم

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

من جدول التقدم أيضاً :

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

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

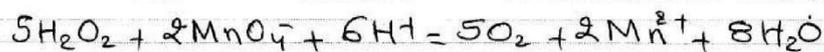
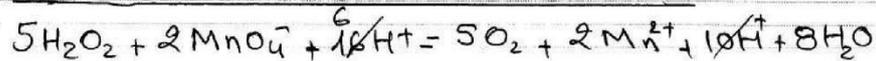
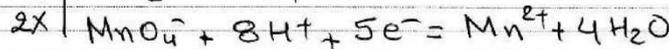
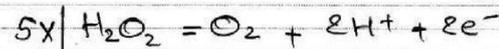
$$C_0 = \frac{2 \times 0.416}{1} = 0.83 \text{ mol/L}$$

- البروتوكول التحريبي

- بواسطة ماصة عيارية مزودة بإحامية صفا وسعتها 4mL،
نسحب الحجم $V_0 = 4 \text{ mL}$ من قارورة الماء الأكسجيني
ونضعها في حوضلة سعتها 200mL تحتوي على كمية قليلة
من الماء المقطر

- نضيف الماء المقطر حتى بلوغ الخط العياري مع الراج المستمر من
أجل تعانس المحلول.

معادلة تفاعل المعايرة :



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

عند التكاثر 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- قيمة $[H_2O_2]_0$ في المحلول (S) من عبارة $[H_2O_2]$ السابقة نحسب أولا $[H_2O_2]_0$ في العينة وبعد هانستنتج $[H_2O_2]_0$ في المحلول (S).

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

عند البيان 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:

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

المقارنة والاشتتاج:

نلاحظ: $[H_2O_2]_0 < C_0$ ، نستنتج أن محلول الماء الأكسجيني الموجود بالضرورة قديم

4- المنحنى الموافق لكل تجربة:

من البيان التفاعل الذي يوافق المنحنى (1) يكون أسرع منه 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 لانحفاء 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:

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

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

لدينا سابقا:

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

ومنه:

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

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

بالمطابقة مع العبارة المعطاة نجد:

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

6- السرعة الحجمية الاعظمية من المنحنى (2): تكون الحجمية لانحفاء H_2O_2 عند اللحظة $t=0$ ومن المنحنى (2) عند هذه اللحظة يكون:

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

ومنه:

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

حل التمرين 14 :

❖ تحضير محلول حمض كلور الماء انطلاقاً من معلوم تجاري:

1- حساب c_0 تركيز المحلول التجاري (S_0): $c_0 = \frac{10 \times P \times d}{M} = \frac{10 \times 11 \times 1,068}{36,5} = 3,2 \text{ mol.L}^{-1}$

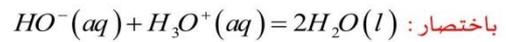
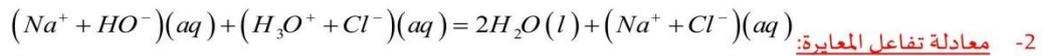
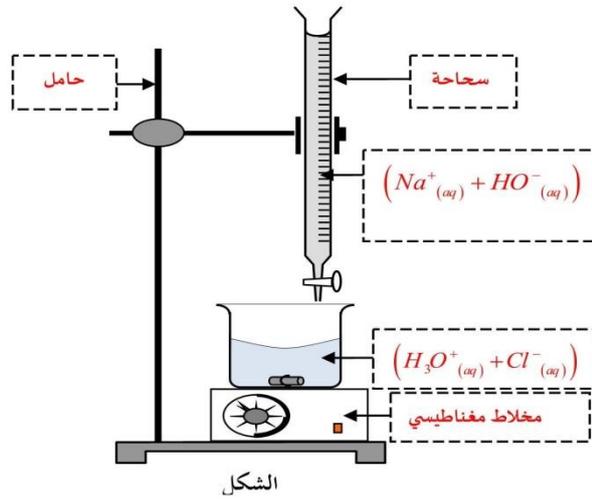
2- البروتوكول التجريبي لتحضير محلول مخفف (S) حجمه $V = 200 \text{ mL}$ انطلاقاً من المحلول التجاري (S_0):

أ- حساب حجم V_0 : من قانون التمديد نجد: $c_0 V_0 = cV \Rightarrow \frac{c_0}{c} = \frac{V}{V_0} = 200 \Rightarrow V_0 = \frac{V}{200} = \frac{200}{200} = 1 \text{ mL}$

ب- نأخذ بواسطة ماصة حجم $V_0 = 1 \text{ mL}$ من المحلول التجاري لحمض كلور الماء (S_0) ونضعها في حوالة عيارية سعته $V = 200 \text{ mL}$ بها كمية من الماء المقطر ثم نقوم بالرج بعد ذلك نكمل بالماء المقطر إلى غاية خط العيار مع الأخذ بالاحتياطات الأمنية.

❖ الفوج الأول: المعايرة اللونية لمحلول حمض كلور الماء المُحضّر

1- مخطط التركيب التجريبي للمعايرة:



3- جدول تقدم التفاعل:

المعادلة	$H_3O^+(aq) + OH^-(aq) = 2H_2O(l)$		
ح!	cV	$C_b V_b$	بوفرة
ح ن (عند التكافؤ)	$cV - x_E$	$C_b V_{bE} - x_E$	بوفرة

4- حساب c التركيز المولي للمحلول (S): عند نقطة التكافؤ المزيغ ستوكيومترى: $\frac{n(H_3O^+)}{1} = \frac{n(OH^-)}{1}$

$$\frac{cV}{1} = \frac{c_b V_{bE}}{1} \Rightarrow c_a = \frac{c_b V_{bE}}{V} = \frac{0,1 \times 3}{20} = 1,5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

استنتاج c_0 التركيز المولي للمحلول التجاري (S_0): $\frac{c_0}{c} = 200 \Rightarrow c_0 = 200c = 200 \times 1,5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} = 3 \text{ mol / L}$

5- حساب النسبة المئوية الكتلية لحمض كلور الماء في المحلول التجاري (S_0):

$$c_0 = \frac{10 \times P \times d}{M} \Rightarrow P = \frac{c_0 \times M}{10 \times d} \Rightarrow P = \frac{3 \times 36,5}{10 \times 1,068} = 10,25\%$$

❖ مهمة الفوج الثاني: دراسة التحول الكيميائي التام بين كربونات الكالسيوم $CaCO_3(s)$ وحمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)(aq)$

1- جدول تقدم التفاعل:

المعادلة	$2H_3O^+(aq) + CaCO_3(s) = Ca^{2+}(aq) + CO_2(g) + 3H_2O(l)$				
ح ابتدائية	cV	$n_0 = \frac{m}{M}$	0	0	بوفرة
ح إنتقالية	$cV - 2x$	$n_0 - x$	x	x	بوفرة
ح نهائية	$cV - 2x_f$	$n_0 - x_f$	x_f	x_f	بوفرة

2- حساب التقدم الاعظمي x_{max} : من جدول التقدم $n_f(CO_2) = \frac{V}{V_M} = x_f$

بما أن التفاعل تام: $x_{max} = x_f$ إذن: $x_{max} = \frac{V}{V_M} = \frac{10 \times 10^{-3}}{22,4} = 4,46 \times 10^{-4} mol$

استنتاج المتفاعل المحد: من جدول التقدم $n_f(CaCO_3) = \frac{m}{M} - x_f = \frac{1}{100} - 4,46 \times 10^{-4} = 9,55 \times 10^{-3} mol \neq 0$

منه المتفاعل المحد هو شوارد H_3O^+

3- حساب c التركيز المولي للمحلول (S) : بما أن شوارد H_3O^+ المتفاعل المحد إذن من جدول التقدم $n_f(H_3O^+) = cV - 2x_f = 0$

$$c = \frac{2x_f}{V} = \frac{2 \times 4,46 \times 10^{-4}}{60 \times 10^{-3}} \approx 1,5 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$$

استنتاج c_0 التركيز المولي للمحلول التجاري (S_0) : $\frac{c_0}{c} = 200 \Rightarrow c_0 = 200c = 200 \times 1,5 \times 10^{-2} = 3 mol.L^{-1}$

4- حساب النسبة المئوية الكتلية لحمض كلور الماء في المحلول التجاري (S_0) :

$$P = \frac{m}{m'} \times 100 \dots\dots(1)$$

حساب الكتلة النقية m في 1L من المحلول التجاري: $m = c_0 \times M \times V = 3 \times 36,5 \times 1 = 109,5g$

حساب كتلة 1L من المحلول التجاري: $d = \frac{\rho}{\rho_{eau}} \Rightarrow \rho = d \cdot \rho_{eau} = \frac{m}{V} \Rightarrow m = d \cdot \rho_{eau} V = 1,068 \times 1000 \times 1 = 1068g$

نعوض في (1) نجد: $P = \frac{109,5}{1068} \times 100 = 10,25\%$

❖ مهمة الفوج الثالث: المعايرة عن طريق قياس الناقلية محلول حمض كلور الماء المخصّر

1- معادلة تفاعل المعايرة: $(Na^+ + HO^-)(aq) + (H_3O^+ + Cl^-)(aq) = 2H_2O(l) + (Na^+ + Cl^-)(aq)$

2- قيمة حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم اللازم للتكافؤ: بياننا $V_{bE} = 15mL$

3- حساب c التركيز المولي للمحلول (S) :

طريقة 1: عند التكافؤ الميزج ستوكيومترى:

$$\frac{n(H_3O^+)}{1} = \frac{n(HO^-)}{1} \Rightarrow \frac{cV}{1} = \frac{c_b V_{bE}}{1} \Rightarrow c_a = \frac{c_b V_{bE}}{V} = \frac{10^{-2} \times 15}{10} = 1,5 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$$

طريقة 2: قبل بداية المعايرة ($V_b = 0mL$) ومنه عبارة الناقلية النوعية σ_0 تتعلق بشوارد H_3O^+ و Cl^- إذن:

$$\sigma_0 = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+] + \lambda_{Cl^-} [Cl^-] = 6,63mS cm^{-1} = 6,63 \times 10^2 mS.m^{-1}$$

$$[Cl^-] = [H_3O^+] = c = \frac{\sigma_0}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}} = \frac{6,63 \times 10^2}{35 + 7,6} = 15,56 mol.m^{-3} = 15,56 \times 10^{-3} mol.L^{-1}$$

- استنتاج c_0 التركيز المولي للمحلول (S_0): $\frac{c_0}{c} = 200 \Rightarrow c_0 = 200c = 200 \times 1,5 \times 10^{-2} = 3 mol.L^{-1}$

4- حساب تراكيز الأفراد الكيميائية عند التكافؤ:

عند التكافؤ عبارة الناقلية النوعية σ_E تتعلق بشوارد Na^+ و Cl^- (أي لا يوجد متفاعل محد استهلاك شوارد H_3O^+ و HO^- كليا)

$$\sigma_E = \lambda_{Na^+} [Na^+] + \lambda_{Cl^-} [Cl^-] = 0,76mS cm^{-1} = 0,76 \times 10^2 mS.m^{-1}$$

$$[Cl^-] = [Na^+] = \frac{\sigma_E}{\lambda_{Na^+} + \lambda_{Cl^-}} = \frac{0,765 \times 10^2}{7,6 + 5} = 6,07 mol.m^{-3} = 6,07 \times 10^{-3} mol.L^{-1}$$

5- حساب النسبة المئوية الكتلية لحمض كلور الماء في المحلول (S_0):

حساب الكتلة النقية m في 1L من المحلول التجاري: $c_0 = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV} \Rightarrow m = c_0 \times M \times V = 3 \times 36,5 \times 1 = 109,5g$

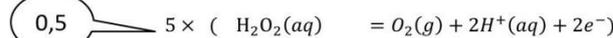
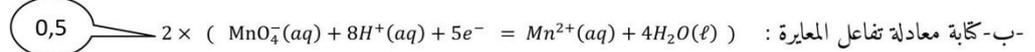
حساب كتلة 1L من المحلول التجاري: $d = \frac{\rho}{\rho_{eau}} \Rightarrow \rho = d \cdot \rho_{eau} = \frac{m}{V} \Rightarrow m = d \cdot \rho_{eau} V = 1,068 \times 1000 \times 1 = 1068g$

$$P = \frac{109,5}{1068} \times 100 = 10,25\% \text{ نجد: (1) نعوض في}$$

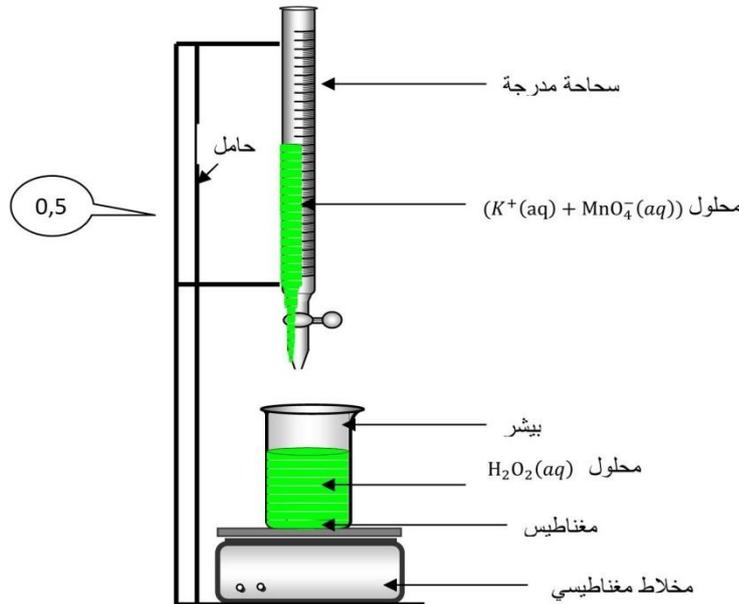
المقارنة: النتيجةتان متساويتان في حدود دقة القياس.

حل التمرين 15 :

1-أ- الطرق التي تمكننا من متابعة هذا التحول هو المتابعة عن طريق قياس الناقلية . التعليل : التحول تختفي فيه شوارد وتظهر شوارد أخرى وبالتالي الناقلية تتغير بتغير الزمن (المزيج التفاعلي يحتوي على شوارد).



ب- التركيب التجريبي للمعايرة :



0,25

ج-نقطة التكافؤ: هي الحالة التي تصلها الجملة الكيميائية بحيث يكون المزيج التفاعلي في شروط ستكيومترية .

0,25

عبارته : $\frac{n'(H_2O_2)}{5} = \frac{n_E(MnO_4^-)}{2}$ حيث $n'(H_2O_2)$ هي كمية المادة المتبقية .

0,25

 $n'(H_2O_2) = \frac{5}{2} \times n_E(MnO_4^-) = \frac{5}{2} \times C \cdot V_E$

0,5

2-أتركيب المزيج الإبتدائي : $n_0(I^-) = C_2 \times V_2 = 6mmol$ ، $n_0(H_2O_2) = C_1 \times V_1 = 4mmol$

-جدول التقدم التفاعل البيئي:

0,5

الحالة	$H_2O_2(aq)$	$+ 2I^-(aq) + 2H^+(aq) = I_2(aq) +$	$2H_2O(l)$
إبتدائية	4	6	0
انتقالية	$4 - x$	$6 - 2x$	x
نهائية	$4 - x_f$	$6 - 2x_f$	x_f

0,5

ب-قيمة $x_{max} = 3mmol$ وبالتالي المتفاعل المحد هو : I^- .عبرة التقدم x بدلالة V_E : $x = C_1 \times V_1 - n(H_2O_2) = C_1 \times V_1 - 20n'(H_2O_2) : V_E$ منه : $x = C_1 \times V_1 - 20 \times \frac{5}{2} \times n_E = C_1 \times V_1 - 20 \times \frac{5}{2} \times C \cdot V_E$

0,25

0,25

3-أ-بيان أن التفاعل تام : من المنحنى $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = 1$ منه $x_f = x_{max}$ وبالتالي التفاعل تام .

4x0,25

ب-تحديد كميات المادة لكل من I_2 ، H_2O_2 و I^- عند $t_1 = 10min$ من البيان : $\tau = 0,63$ لدينا : $x = \tau \cdot x_{max} = 1,89mmol$ باستغلال جدول التقدم : $n(I_2) = x = 1,89mmol$ ، $n(H_2O_2) = 4 - x = 2,11mmol$ ، $n(I^-) = 6 - 2x = 2,22mmol$

0,25

ج-تعريف زمن نصف التفاعل : هو المدة الضرورية لبلوغ تقدم التفاعل نصف تقدمه النهائي . $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$

0,25

بيان أن : $\tau(t_{1/2}) = \frac{\tau_f}{2}$ لدينا : $x(t_{1/2}) = \tau(t_{1/2}) \cdot x_{max}$ منه : $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} = \frac{\tau_f}{2} \cdot x_{max}$ ولدينا : $\tau(t_{1/2}) = \frac{x(t_{1/2})}{x_{max}} = \frac{\frac{x_f}{2}}{x_{max}} = \frac{x_f}{2x_{max}} = \frac{\tau_f}{2}$ منه : $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$ منه : $\tau(t_{1/2}) = \frac{\tau_f}{2}$

0,25

قيمه : نعين القيمة $\tau(t_{1/2}) = \frac{\tau_f}{2} = \frac{1}{2}$ نسقط على محور الفواصل نجد : $t_{1/2} = 7min$

0,25

4-أ- تعريف السرعة الحجمية : هي سرعة التفاعل في وحدة الحجم . $v_{vol} = \frac{1}{V} \times \frac{dx}{dt}$ اثبات العلاقة : $v_{vol} = 0,03 \frac{d\tau}{dt}$ لدينا : $x = \tau \cdot x_{max} = 3 \times 10^{-3} \tau$

0,25

 $v_{vol} = \frac{1}{V} \times \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V} \frac{d(3 \times 10^{-3} \tau)}{dt} = \frac{3 \times 10^{-3}}{0,1} \frac{d\tau}{dt} = 0,03 \frac{d\tau}{dt}$ قيمة v_{vol} عند : $t = 10min$

0,25

بحساب معامل التوجيه : $a = tg\alpha = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{1-0,28}{20-0} = 0,036$ منه : $v_{vol} = 0,03 \times 0,036 = 1,08 \times 10^{-3} mol/L.min$

العامل الحركي المسؤول عن تناقص السرعة الحجمية هو تركيز المتفاعلات فكما نقص التركيز نقصت التصادمات وبالتالي تنقص سرعة التفاعل أي تنقص السرعة الحجمية .

حل التمرين 16 :

$$n_0(ClO^-) = 240 \times 10^{-3} \times 0,110$$

$$n_0(ClO^-) = 2,64 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$2ClO^-$	=	O_2	+	$2Cl^-$
$2,64 \times 10^{-2}$		0		0
$2,64 \times 10^{-2} - 2x$		x		$2x$
$2,64 \times 10^{-2} - 2x_m$		x_m		$2x_m$

4 - حسب البيان ، التفاعل تام ، وبالتالي :

$$2,64 \times 10^{-2} - 2x_m = 0 \Rightarrow x_m = 1,32 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

5 - يشارك الوسيط في مراحل التفاعل ، ثم ينسحب ، وهذا هو سبب تغير اللون من الوردي (Co^{2+}) إلى الأخضر (Co^{3+}) ، ثم إلى الوردي .

6 - لدينا من البيان $V(O_2) = 0,315 \text{ L}$ في نهاية التفاعل .
($1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$)

ولدينا من جدول التقدّم : $n(O_2) = x_m$ في نهاية التفاعل .

$$V_M = \frac{V(O_2)}{n(O_2)} = \frac{0,315}{1,32 \times 10^{-2}} \approx 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

- 7

عند زمن نصف التفاعل يكون لدينا $x = \frac{x_m}{2}$ ، أي

$$V(O_2) = \frac{V(O_2)_m}{2} = \frac{315}{2} = 157,5 \text{ cm}^3$$

$$. t_{1/2} = 90 \text{ s}$$

- II

- 1

حسب الجدول لدينا أكبر حجم نحصل عليه من غاز الأكسجين هو $V(O_2) = 315 \text{ cm}^3$ ، وهو نفس الحجم الذي حصلنا عليه في نهاية التجربة الأولى (من البيان $6,3 \times 50 = 315 \text{ cm}^3$) وبالتالي الوسيط لا يؤثر على الحالة النهائية للمزيج المتفاعل .

- 2

لدينا $V(O_2) = x \times V_M$ و $V(O_2)_m = x_m \times V_M$

وعند زمن نصف التفاعل يكون $V(O_2)_{\frac{1}{2}} = \frac{x_m}{2} \times V_M$

$$V(O_2)_{\frac{1}{2}} = \frac{V(O_2)_m}{2} = \frac{315}{2} = 157,5 \text{ cm}^3$$

وعليه يكون $120 \text{ s} < t_{1/2} < 150 \text{ s}$

زمن نصف التفاعل في التجربة الثانية أكبر من زمن نصف التفاعل في التجربة الأولى ، وهذا راجع إلى أن كمية الوسيط في التجربة الثانية أقل من كمية الوسيط في التجربة الأولى . وبالتالي الوسيط يسرع التفاعل أكثر كلما كانت كميته أكبر .

- 3

السرعة المتوسطة لاختفاء شوارد الهيبيوكلوريت :

$$(1) \quad v_{m(vol)} = - \frac{\Delta[ClO^-]}{\Delta t} = - \frac{[ClO^-]_2 - [ClO^-]_1}{t_2 - t_1}$$

من الجدول : عند اللحظة t_1 : $V_{O_2} = 175 \text{ cm}^3$

عند اللحظة t_2 : $V_{O_2} = 203 \text{ cm}^3$

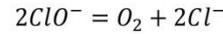
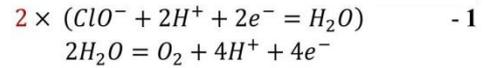
من البيان :

عند اللحظة t_1 : $[ClO^-]_1 = 0,108 \text{ mol/L}$

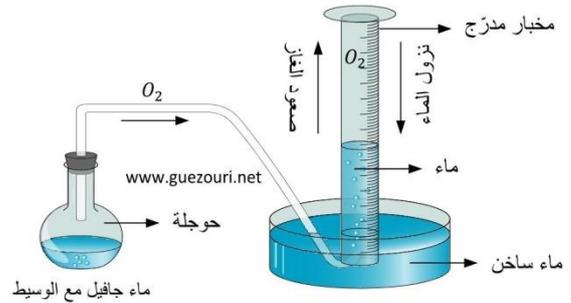
عند اللحظة t_2 : $[ClO^-]_2 = 0,087 \text{ mol/L}$

بالتعويض في العلاقة (1) :

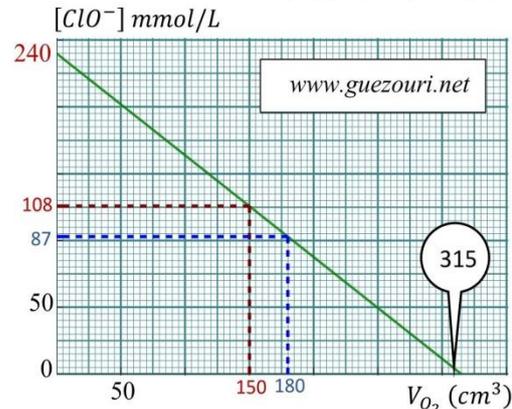
$$v_{m(vol)} = - \frac{0,087 - 0,108}{180 - 150} = 7 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$



2 - جمع غاز الأكسجين عن طريق الإزاحة :



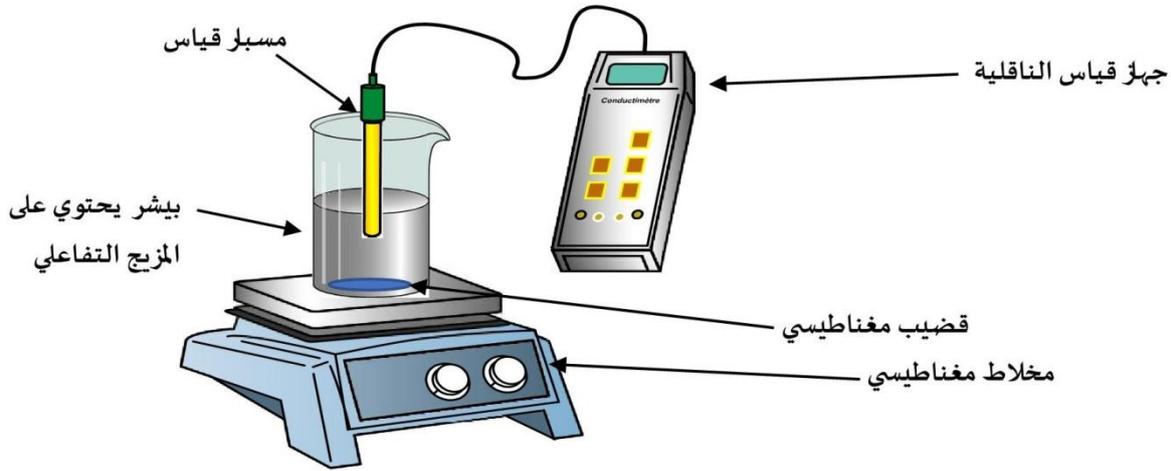
3 - جدول التقدّم : من البيان لدينا :



حل التمرين 17 :

- 1- يُمكننا متابعة هذا التحول عن طريق الناقلية : لوجود شوارد في المزيج التفاعل .
- نلاحظ زيادة للناقلية مع مرور الزمن .
- التعليل : تشكل (ظهور) شوارد بإستمرار في النواتج مع غيابها في المتفاعلات (تركيز أو عدد مولات الشوارد تزيد أي الناقلية تزيد)

- 2- البروتوكول التجريبي لعملية المتابعة عن طريق الناقلية :
 - في اللحظة $t = 0$ نضع المزيج التفاعلي في بيشر ونضعه فوق مخلاط مغناطيسي
 - نغمس مسبار قياس الناقلية في المزيج التفاعلي .
 - نشغل المخلاط ونبدأ في تسجيل قيم الناقلية في أزمنة مختلفة بإستعمال مؤقت
 - نسجل قيم الناقلية في لحظات زمنية مختلفة حتى نهاية التفاعل (توقف تطور الناقلية)



- 3- كمية المادة الابتدائية لمحلول 2-كلور-2-ميثيل , بروبان :

$$n_0 = c_0 V_0 = 4,32 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-3} = 8,64 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

- 4- جدول التقدم :

معادلة التفاعل		$(CH_3)_3C - Cl_{(aq)} + H_2O_{(l)} = (CH_3)_3C - OH_{(aq)} + H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$				
الحالة	التقدم	كمية المادة بالمـ mol				
الابتدائية	$x = 0$	n_0	زيادة	0	0	0
الانتقالية	$x(t)$	$n_0 - x$	زيادة	x	x	x
النهائية	x_f	$n_0 - x_f$	زيادة	x_f	x_f	x_f

- بما أن الماء بزيادة : المتفاعل المُحد هو $(CH_3)_3C - Cl$

- التقدم الأعظمي :

$$n_0 - x_{max} = 0 \Rightarrow 8,64 \times 10^{-5} - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = 8,64 \times 10^{-5}$$

-5 التعبير عن الناقلية النوعية بدلالة التقدم $x(t)$:

- حسب قانون كورلوش لدينا في أي لحظة t :

$$\sigma(t) = \sum [X] \times \lambda_X$$

- حيث X أي شاردة في المزيج التفاعلي

$$\sigma(t) = [H^+] \times \lambda_{H^+} + [Cl^-] \times \lambda_{Cl^-}$$

$$\sigma(t) = \frac{n(H^+)}{V} \times \lambda_{H^+} + \frac{n(Cl^-)}{V} \times \lambda_{Cl^-}$$

$$\sigma(t) = \frac{x(t)}{V} \times \lambda_{H^+} + \frac{x(t)}{V} \times \lambda_{Cl^-}$$

$$\sigma(t) = \frac{x(t)}{V} \times (\lambda_{H^+} + \lambda_{Cl^-})$$

-6 الناقلية النوعية عند نهاية التفاعل :

$$\sigma(\infty) = \sigma_f = \frac{x_f}{V} \times (\lambda_{H^+} + \lambda_{Cl^-})$$

- وبما أن التفاعل تام : $x_f = x_{max}$:

$$\sigma_f = \frac{x_{max}}{V} \times (\lambda_{H^+} + \lambda_{Cl^-})$$

-7 قيمتهما بيانيا : $\sigma_0 = 0$

$$\sigma_f = 300 \times 10^{-4} = 0,03 S/m$$

-8 إثبات العلاقة : $x(t) = x_{max} \times \frac{\sigma(t)}{\sigma_f}$

لدينا :

$$\sigma(t) = \frac{x(t)}{V} \times (\lambda_{H^+} + \lambda_{Cl^-}) \text{ --- (1)}$$

- وعند الوصول الى النام الدائم (نهاية التفاعل) :

$$\sigma(t_f) = \frac{x(t_f)}{V} \times (\lambda_{H^+} + \lambda_{Cl^-}) \Rightarrow \sigma_f = \frac{x_{max}}{V} \times (\lambda_{H^+} + \lambda_{Cl^-}) \text{ --- (2)}$$

- نقسم العبارة (1) على العبارة (2) طرفا بطرف نجد :

$$\frac{\sigma(t)}{\sigma_f} = \frac{\frac{x(t)}{V} \times (\lambda_{H^+} + \lambda_{Cl^-})}{\frac{x_{max}}{V} \times (\lambda_{H^+} + \lambda_{Cl^-})} \Rightarrow \frac{\sigma(t)}{\sigma_f} = \frac{x(t)}{x_{max}}$$

- ومنه : $x(t) = x_{max} \times \frac{\sigma(t)}{\sigma_f}$

9- إكمال الجدول :

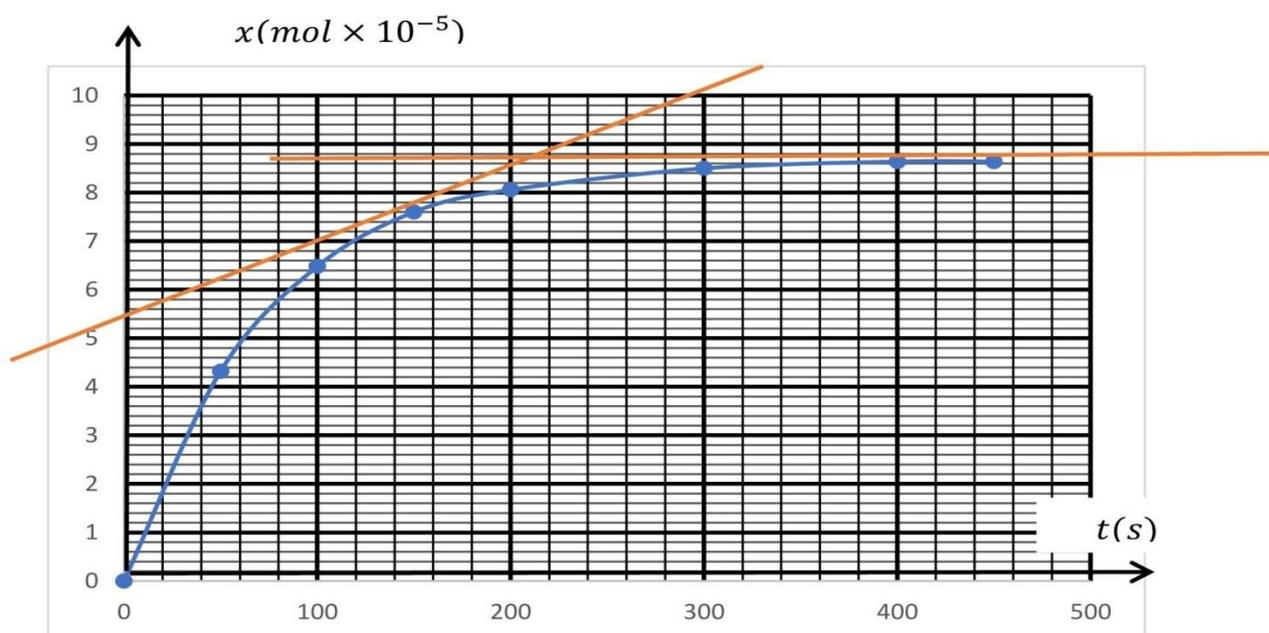
$$x(t) = x_{max} \times \frac{\sigma(t)}{\sigma_f} \Rightarrow x(t) = 8,64 \times 10^{-5} \times \frac{\sigma(t)}{0,03}$$

$$x(t) = 2,88 \times 10^{-3} \times \sigma(t)$$

$t(s)$	0	50	100	150	200	300	400	450
$\sigma [10^{-4} \times S/m]$	0	150	225	265	280	295	300	300
$x[mol \times 10^{-5}]$	0	4,32	6,48	7,6	8,06	8,5	8,64	8,64

-10

أ- رسم المنحنى: $x = f(t)$



ب- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$: هو الزمن اللازم لبلوغ تقدم التفاعل نصف قيمته الابتدائية حيث :

$$x\left(t_{\frac{1}{2}}\right) = \frac{x_f}{2}$$

ت- بياناً يوافق: $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} = 4,32 \cdot 10^{-5} mol$ وبالإسقاط : $t_{1/2} = 50 s$

ث- حساب سرعة التفاعل للتفاعل : تحسب سرعة التفاعل حسب العلاقة : $v(t) = \frac{dx}{dt}$

$$v_{t=150} = \left. \frac{dx}{dt} \right|_{t=150} = \frac{10-5,3}{300-0} = 0,0156 \times 10^{-5} mol/s$$

$$v_0 = \left. \frac{dx}{dt} \right|_{t=450} = 0 mol/s$$

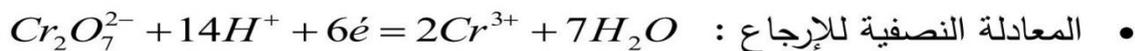
- الإستنتاج : السرعة تتناقص كلما تقدم التفاعل حتى تنعدم في النظام الدائم (توقف تطور التفاعل)
- التفسير المجهري : بتقدم التفاعل أكثر فأكثر تتناقص كمية مادة المتفاعلات فيتناقص تركيزها بدلالة الزمن مما يؤدي الى نقصان وجودها داخل المزيج التفاعلي فيؤدي هذا الى نُقصال التصادمات الفعالة مما يُنقص السرعة حتى تنعدم في النظام الدائم .

حل التمرين 18 :

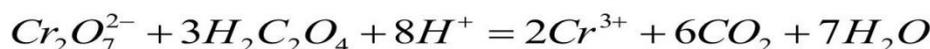
1) التحول الكيميائي تام وبطيء معناه :

- تام : يتوقف التفاعل بوجود متفاعل محد أو مزيج ستوكيومتري $x_f = x_{\max}$.
- بطيء : يستغرق حدوثه عدة ثواني أو دقائق أو

2) معادلة التفاعل الكيميائي الحادث :



• معادلة الأكسدة - إرجاع :



3) جدول تقدم التفاعل :

حالة الجملة	تقدم التفاعل $x(mol)$	$Cr_2O_7^{2-} + 3H_2C_2O_4 + 8H^+ = 2Cr^{3+} + 6CO_2 + 7H_2O$					
ح. ابتدائية	0	C_1V_1	C_2V_2	}	0	0	}
ح. انتقالية	x	$C_1V_1 - x$	$C_2V_2 - 3x$		$2x$	$6x$	
ح. نهائية	x_{\max}	$C_1V_1 - x_{\max}$	$C_2V_2 - 3x_{\max}$		$2x_{\max}$	$6x_{\max}$	

4) اعتمادا على البيان :

أ- استنتاج قيمة التقدم الأعظمي x_{\max} و المتفاعل المحد :

$$n_f(Cr^{3+}) = 2x_{\max} \Rightarrow x_{\max} = \frac{n_f(Cr^{3+})}{2}$$

لدينا من البيان وجدول التقدم :

$$n_f(Cr^{3+}) = 4.10^{-2} mol$$

ومنه : $x_{\max} = 2.10^{-2} mol$

• تحديد المتفاعل المحد :

$$C_2V_2 - 3x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = \frac{C_2V_2}{3}$$

نفرض أن $H_2C_2O_4$ هو المتفاعل المحد :

$$x_{\max} = 3.10^{-2} mol$$

وهي قيمة مرفوضة ومنه المتفاعل المحد هو $Cr_2O_7^{2-}$

ط/2 نقوم بحساب $n_f(H_2C_2O_4)$

$$n_f(H_2C_2O_4) = C_2 \cdot V_2 - 3x_{\max}$$

$$n_f(H_2C_2O_4) = 0,3 \times 300 \times 10^{-3} - 3 \times 10^{-2} = 0,087 mol$$

إذا : $n_f(H_2C_2O_4) \neq 0$ ومنه $H_2C_2O_4$ ليس متفاعل محد وبما أن التفاعل تام إذا

فالمتفاعل المحد هو $Cr_2O_7^{2-}$.

ب- إيجاد التركيز المولي C_1 :

$$C_1 V_1 - x_{\max} = 0 \Rightarrow C_1 = \frac{x_{\max}}{V_1}$$

بما أن المتفاعل المحد هو $Cr_2O_7^{2-}$ فإن :

$$C_1 = 0,2 \text{ mol/l}$$

ج- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ هو الزمن اللازم لبلوغ تقدم التفاعل نصف قيمته الأعظمية

$$t = t_{1/2} \rightarrow x = \frac{x_{\max}}{2}$$

(النهائية) أي :

تحديد زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$: نعين القيمة $\frac{n_f(Cr^{3+})}{2}$ على محور الترتيب

• ونسقطها على البيان ثم محور الفواصل فنجد : $t_{1/2} = 3,5 \text{ min}$.

(5) حساب سرعة تشكل الشاردة Cr^{3+} عند اللحظة $t = 0$:

$$v_{Cr^{3+}} = \frac{dn(Cr^{3+})}{dt} = (\text{ميل المماس})$$

$$v_{Cr^{3+}} = 8 \text{ mmol/min}$$

بالتعويض نجد :

(6) المنحنيات (1)، (2) و (3) تمثل تغيرات السرعة الحجمية للتفاعل v_{vol} بدلالة الزمن t :
أ- اختيار المنحنى الصحيح الموافق للتفاعل المدروس :

- المنحنى (01) مرفوض تماما لأن سرعة التفاعل تتناقص دوما مع مرور الزمن .

- نحسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$:

$$v_{vol} = \frac{v_{vol}(Cr^{3+})}{2} = \frac{1}{2V} \cdot v_{Cr^{3+}}$$

لدينا العلاقة بين السرعات :

$$v_{vol} = 10 \text{ mmol/l.min}$$

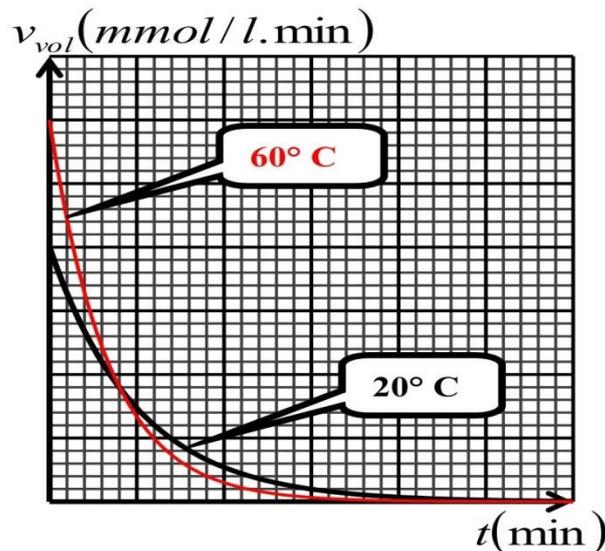
ومنه المنحنى الصحيح الموافق للتفاعل المدروس هو : المنحنى (03) .

ب- العامل الحركي الذي تبرزه تغيرات المنحنى المختار هو : التركيز المولي للمتفاعلات .

• التفسير على المستوى المجهرى : تناقص التركيز المولي للمتفاعلات معناه تناقص عدد الأفراد في وحدة الحجم الذي يؤدي إلى تناقص عدد الإصطدامات الفعالة ومنه تناقص سرعة التفاعل مع مرور الزمن .

(7) رسم البيان $v_{vol} = f(t)$ عند درجة حرارة $60^\circ C$:

زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة حركة الأفراد الكيميائية أي زيادة الإصطدامات الفعالة ومنه تزداد سرعة التفاعل ، وعليه يكون المنحنى كالاتي :

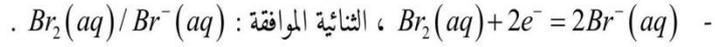


حل التمرين 19 :

1. بعض شروط السلامة والأمن عند التعامل مع المركبات الكيميائية.

يجب التعامل بحذر مع المركبات الكيميائية مع ارتداء نظرات وكمامات وقفازات الأمان والتأكد من التهوية الجيدة .
لأن ثنائي البروم سائل أحمر متطاير، مؤذى للجلد في حالته السائلة، كما أن بخاره ضار بالعين والحلق.

2. إثبات أن التفاعل الحادث أكسدة-إرجاع مع تحديد الثنائيتين (Ox/ Réd) المشاركتين في التفاعل.



خلال التحول الكيميائي تم انتقال للإلكترونات من حمض الميثانويك إلى ثنائي البروم، ومنه التحول الحادث أكسدة-إرجاع.

3. حساب كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات.

$$\text{كمية مادة } Br_2(aq) \text{ الابتدائية : } n_1 = C_1.V_1 = 2,4 \times 10^{-2} \times 50 \times 10^{-3} \text{ ، أي : } n_1 = 1,2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{كمية مادة } HCOOH(aq) \text{ الابتدائية : } n_2 = C_2.V_2 = 3,0 \times 10^{-2} \times 50 \times 10^{-3} \text{ ، أي : } n_2 = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

4. جدول تقدم التفاعل الحادث.

معادلة التفاعل		$Br_2(aq) + HCOOH(aq) = 2Br^-(aq) + CO_2(g) + 2H^+(aq)$			
الحالة	التقدم	كمية المادة بال mol			
إبتدائية	0	$n_1 = 1,2 \times 10^{-3}$	$n_2 = 1,5 \times 10^{-3}$	0	0
إنتقالية	x	$n_1 - x$	$n_2 - x$	2.x	x
نهائية	x_{\max}	$n_1 - x_{\max}$	$n_2 - x_{\max}$	2.x _{max}	x_{\max}

- تحديد قيمة التقدم الأعظمي x_{\max} .

$$\text{بما أن : } n_1 < n_2 \text{ فإن المتفاعل المحد هو } Br_2(aq) \text{ والتقدم الأعظمي : } x_{\max} = n_1 = 1,2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

5. إيجاد عبارة الضغط الكلي P بدلالة تقدم التفاعل x .

$$\text{لدينا : } P(t) = P_0 + P_{CO_2}(t)$$

حيث P_0 الضغط الجوي الإبتدائي قبل بداية التفاعل، $P_{CO_2}(t)$ الضغط الناتج عن الغاز المنطلق .

$$\text{ولدينا حسب قانون الغاز المثالي : } P_{CO_2}(t).V_{CO_2} = n_{CO_2}(t).R.T \text{ ، حيث : } V_{CO_2} = V - V_T \approx V$$

$$\text{ومن جدول التقدم لدينا : } n_{CO_2}(t) = x(t) \text{ إذن : } P_{CO_2}(t).V = x(t).R.T$$

$$\text{ومنه : } P(t) = P_0 + \frac{R.T}{V}.x(t)$$

$$\text{وهي من الشكل : } P = a + b.x(t) \text{ ، حيث } a = P_0 \text{ و } b = \frac{R.T}{V} \text{ مع } V \text{ بالوحدة } m^3 \text{ و } T \text{ بالوحدة الكالفن } K$$

6. إيجاد قيمة P_{\max} الضغط الأعظمي داخل الحوجلة عند نهاية التفاعل.

لدينا من العلاقة السابقة: $P_{\max} = P_0 + \frac{R.T}{V} \cdot x_{\max}$. حيث $P_0 = 1013hPa = 1,013 \times 10^5 Pa$

إذن: $P_{\max} = 1,013 \times 10^5 + \frac{8,31 \times 304}{1 \times 10^{-3}} \times 1,2 \times 10^{-3} = 1,0433 \times 10^5 Pa = 1043,3hPa$ ومنه $P_{\max} = 1,0433 \times 10^5 Pa = 1043,3hPa$

7. إيجاد عبارة v_{vol} السرعة الحجمية للتفاعل.

لدينا $v_{vol}(t) = \frac{1}{V_T} \cdot \frac{dx}{dt}$

ولدينا $P(t) = P_0 + \frac{R.T}{V} \cdot x(t)$ ، باشتقاق الطرفين بالنسبة للزمن نجد: $\frac{dP}{dt} = \frac{R.T}{V} \cdot \frac{dx}{dt}$

إذن: $\frac{dx}{dt} = \frac{V}{R.T} \cdot \frac{dP}{dt}$ ومنه: $v_{vol}(t) = \frac{V}{V_T \cdot R.T} \cdot \frac{dP}{dt}$ ، حيث $\frac{dP}{dt}$ يمثل ميل مماس البيان عند اللحظة المعتبرة.

8. أ- حساب بالوحدة $mol.L^{-1}.s^{-1}$ السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0s$.

من البيان لما $t = 0s$ نجد: $v_{vol}(0) = \frac{1 \times 10^{-3}}{0,1 \times 8,31 \times 304} \cdot \frac{(1028 - 1013) \times 10^2}{100 - 0}$ (حجم المزيج التفاعلي V_T بوحدة L)

ومنه: $v_{vol}(0) = 5,94 \times 10^{-5} mol.L^{-1}.s^{-1}$

ب- تحديد قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

لدينا $x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2}$ وبالتالي: $P(t_{1/2}) = \frac{P_0 + P_{\max}}{2}$

أي: $P(t_{1/2}) = \frac{1013 + 1043,3}{2} = 1028,15hPa$ ، من البيان بالإسقاط نجد: $t_{1/2} \approx 140s$

9. تحديد كيفية تغير سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 0s$ في كل حالة.

- الحالة 01 : عند وضع الحوجلة في حوض ماء بارد، ينقص تواتر التصادمات الفعالة مما يجعل سرعة التفاعل تنقص.

أوتتعدم إذا كان الحوض شديد البرودة.

- الحالة 02 : عندما نضع تركيز حمض الميثانويك يزيد تواتر التصادمات الفعالة لزيادة عدد الأفراد في وحدة الحجم

وبالتالي تزيد سرعة التفاعل.

ملاحظة:

- تواتر التصادمات الفعالة : هو عدد التصادمات في وحدة الحجم.

- إثبات أن: $P(t_{1/2}) = \frac{P_0 + P_{\max}}{2}$

لدينا: $P(t_{1/2}) = a + b \cdot x(t_{1/2})$ و $P_{\max} = a + b \cdot x_{\max}$

إذن: $P(t_{1/2}) = a + b \cdot \frac{x_{\max}}{2}$ وبالتالي: $P(t_{1/2}) = \frac{2a + b \cdot x_{\max}}{2}$

أي: $P(t_{1/2}) = \frac{P_0 + P_{\max}}{2}$ ومنه $P(t_{1/2}) = \frac{a + (a + b \cdot x_{\max})}{2}$

حل التمرين 20 :

تنبيه :

حذار ! لا تختصر الحجم V' الموجود في عبارة السرعة الحجمية مع الحجم V' الموجود في عبارة الناقلية النوعية ، لأن الأول مقياس باللتر والثاني مقياس بالمتر مكعب .

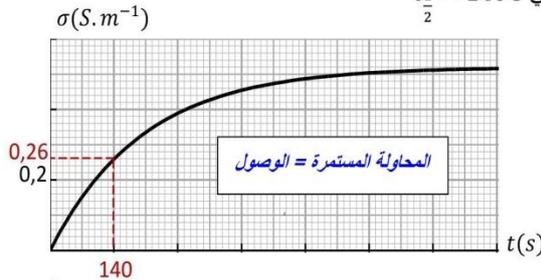
$$A = 3,84 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} . \text{m.S}^{-1}$$

$$v_{vol} = 3,84 \times 10^{-2} \frac{d\sigma}{dt} = 3,84 \times 10^{-2} \times \frac{0,52}{210} \quad -5$$

$$v_{vol} = 9,5 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} . \text{s}^{-1}$$

$$\sigma = \frac{\sigma_f}{2} = \frac{0,52}{2} = 0,26 \text{ S.m}^{-1} \text{ يوافق } \sigma_f = 0,52 \text{ S.m}^{-1} \quad -6$$

$$\text{وبالتالي } t_1 = 140 \text{ s}$$



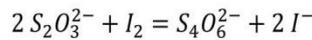
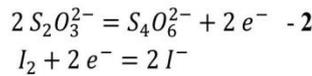
أهمية زمن نصف التفاعل : نعتبره وحدة لقياس مدد التفاعلات ، حيث أن التفاعلات تنتهي في حوالي $t_1/2$.

- II

1 - الطرق التي تتابع بها التحولات الكيميائية :

الطرق الفيزيائية (تقنيات فيزيائية) :

- قياس الناقلية
- قياس ضغط غاز
- قياس حجم غاز
- الطرق الكيميائية (تقنيات كيميائية) : المعايرة الحجمية .



3 - العمليات التي نقوم بها قبل المعايرة :

- تيريد العينة التي نعايرها لتوقيف التفاعل فيها ، حتى نكون متأكدين من أن كمية المادة التي نعايرها في العينة هي نفسها التي أخذناها من المزيج المتفاعل .

- إضافة قطرات من صمغ النشا أو مادة التيودان للعينة التي نعايرها ، لأنهما يلونان ثنائي اليود بالأزرق الداكن ، وهذا يمكننا من رصد نقطة التكافؤ بدقة ، والسبب هو أن ثنائي اليود لما يكون بتركيز ضعيف يكون لونه أصفر ، ونعلم أن اختفاء اللون الأصفر صعب رصده .

$$4 - \text{ عند التكافؤ يكون : } n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} C' V_E$$

$$\text{أي : } [\text{I}_2] \times V = \frac{1}{2} C' V_E$$

$$[\text{I}_2] = \frac{0,5 \times 5 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3}} V_E$$

- I

1 - الثنائيتان هما : Zn^{2+}/Zn و I_2/I^- ، لأن المرجعات تفقد الإلكترونات والمؤكسدات تكتسب الإلكترونات .

2 - حجم ثنائي اليود في كل جزء هو : $V' = \frac{V}{2} = \frac{500}{2} = 250 \text{ mL}$
جدول التقدم :

$\text{Zn}(s) + \text{I}_2(aq) = \text{Zn}^{2+}(aq) + 2 \text{I}^-(aq)$			
$n(\text{Zn})$	$C_0 V'$	0	0
$n(\text{Zn}) - x$	$C_0 V' - x$	x	$2x$
$n(\text{Zn}) - x_m$	$C_0 V' - x_m$	x_m	$2x_m$

3 - قيمة C_0 : www.guezouri.net

الطريقة الأولى :

من جدول التقدم $C_0 V' - x_m = 0$. (لأن التوتياء موجود بزيادة)

$$\text{ولدينا من البيان } \sigma(x) : x_m = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{وبالتالي } C_0 = \frac{x_m}{V'} = \frac{5 \times 10^{-3}}{250 \times 10^{-3}} = 0,02 \text{ mol/L}$$

الطريقة الثانية :

لدينا في نهاية التفاعل $\sigma_f = 0,52 \text{ S.m}^{-1}$ (سواء من البيان الأيمن أو البيان الأيسر) .

$$\text{ولدينا : } [\text{I}^-] = \frac{2x_m}{V'} = 2 C_0 , \quad [\text{Zn}^{2+}] = \frac{x_m}{V'} = C_0$$

$$\sigma_f = \lambda_{\text{Zn}^{2+}} [\text{Zn}^{2+}] + \lambda_{\text{I}^-} [\text{I}^-]$$

$$\sigma_f = C_0 (\lambda_{\text{Zn}^{2+}} + 2 \lambda_{\text{I}^-})$$

$$\text{وبالتالي } C_0 = \frac{\sigma_f}{\lambda_{\text{Zn}^{2+}} + 2 \lambda_{\text{I}^-}} = \frac{0,52}{(10,56 + 2 \times 7,68) \times 10^{-3}}$$

$$C_0 = 20 \text{ mol/m}^3 = 0,02 \text{ mol/L}$$

4 - السرعة الحجمية للتفاعل هي مقدار تغير التقدم في وحدة الزمن في وحدة الحجم .

$$(1) \quad v_{vol} = \frac{1}{V'} \times \frac{dx}{dt}$$

لدينا في المرحلة الانتقالية :

$$\sigma = \lambda_{\text{Zn}^{2+}} [\text{Zn}^{2+}] + \lambda_{\text{I}^-} [\text{I}^-]$$

$$\sigma = \lambda_{\text{Zn}^{2+}} \times \frac{x}{V'} + \lambda_{\text{I}^-} \times \frac{2x}{V'}$$

$$\sigma = \frac{\lambda_{\text{Zn}^{2+}} + 2 \lambda_{\text{I}^-}}{V'} x = \frac{25,92 \times 10^{-3}}{250 \times 10^{-6}} x = 103,7 x$$

$$x = \frac{1}{103,7} \sigma = 9,6 \times 10^{-3} \sigma$$

باشتقاق الطرفين بالنسبة للزمن :

$$\frac{dx}{dt} = 9,6 \times 10^{-3} \frac{d\sigma}{dt}$$

$$\text{وبالتعويض في (1) : } v_{vol} = \frac{1}{0,25} \times 9,6 \times 10^{-3} \frac{d\sigma}{dt}$$

$$v_{vol} = 3,84 \times 10^{-2} \frac{d\sigma}{dt}$$

$$\text{وحدة } v_{vol} : \text{mol.L}^{-1} . \text{s}^{-1}$$

$$\text{وحدة } \frac{d\sigma}{dt} : \text{S.m}^{-1} . \text{s}^{-1}$$

$$\text{وبالتالي وحدة } A \text{ هي } \frac{\text{mol.L}^{-1} . \text{s}^{-1}}{\text{S.m}^{-1} . \text{s}^{-1}} = \text{mol.L}^{-1} . \text{m.S}^{-1}$$

السرعة في التجربة الثانية عند اللحظة $t = 0$ أصغر من السرعة في التجربة الأولى عند نفس اللحظة ، والسبب هو أننا مددنا محلول ثنائي اليود في التجربة الثانية (تراكيز المتفاعلات عامل حركي) .



$$(2) \quad [I_2] = 0,25 V_E = \frac{V_E}{4}$$

5 - عند اللحظة $t = 100$ s ، لدينا من البيان :

$$V_E = 8 \times 3,5 = 28 \text{ mL}$$

$$[I_2] = \frac{28 \times 10^{-3}}{4} = 7 \times 10^{-3} \text{ mol/L} : (2)$$

6 - لو أنشأنا جدول تقدّم جديد ، نكتب : $n(I_2) = C'_0 V - x$

حيث C'_0 هو التركيز المولي لثنائي اليود بعد التمديد عند اللحظة $t = 0$ والحجم V هو حجم المحلول الممدّد ، أي بعد إضافة 250 mL من الماء :

$$V = 250 + 250 = 500 \text{ mL}$$

$$F = \frac{C_0}{C'_0} = \frac{V_f}{V_i} = \frac{500}{250} = 2 : \text{ معامل التمديد}$$

$$C'_0 = \frac{C_0}{2} = \frac{0,02}{2} = 0,01 \text{ mol/L} \text{ وبالتالي}$$

$$[I_2] \times V = C'_0 V - x$$

$$(3) \quad [I_2] = C'_0 - \frac{x}{V}$$

$$\text{ولدينا } x_m = C'_0 V = 0,01 \times 0,5 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

بالتعويض في العلاقة (3) x بـ $\frac{x_m}{2}$ ، نكتب :

$$[I_2] = 0,01 - \frac{5 \times 10^{-3}}{2 \times 0,5} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\text{ولدينا } [I_2] = \frac{V_E}{4} ، \text{ وبالتالي } V_E = 4 [I_2] = 4 \times 0,005$$

$$V_E = 20 \text{ mL}$$

$$(4) \quad V_{vol} = \frac{1}{V} \times \frac{dx}{dt} \quad - 7$$

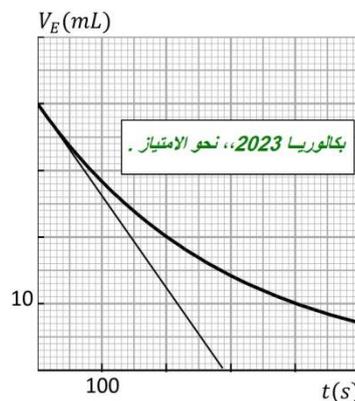
$$[I_2] = C'_0 - \frac{x}{V} \text{ لدينا سابقا}$$

$$\text{أي : } \frac{V_E}{4} = C'_0 - \frac{x}{V}$$

$$\text{باشتقاق الطرفين بالنسبة للزمن : } \frac{1}{4} \times \frac{dV_E}{dt} = -\frac{1}{V} \times \frac{dx}{dt}$$

+

$$V_{vol} = -\frac{1}{4} \times \frac{dV_E}{dt} : (4) \text{ العلاقة في التعويض}$$



$$\frac{dV_E}{dt} = -\frac{40 \times 10^{-3}}{290} = -1,38 \times 10^{-4}$$

$$\text{وبالتالي } V_{vol} = -\frac{1}{4} \times (-1,38 \times 10^{-4})$$

$$v_{vol} = 3,4 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

انتهى الجزء الثاني الخاص بالحلول النموذجية ،،

نتمنى الاستفادة بذلك القدر الذي نريده منكم يا نخبة العلم ،،،

شعار العمل في هذا الموسم :

تَعَبُ الْمُرَاجِعَةِ أَفْضَلُ مِنْ أَلَمِ السُّقُوطِ

صناعة الطريق الذهبي نحو بكالوريا 2023

بالتوفيق و النجاح لجموع التلاميذ الشرفاء



<https://www.facebook.com/okba.bac.2010>