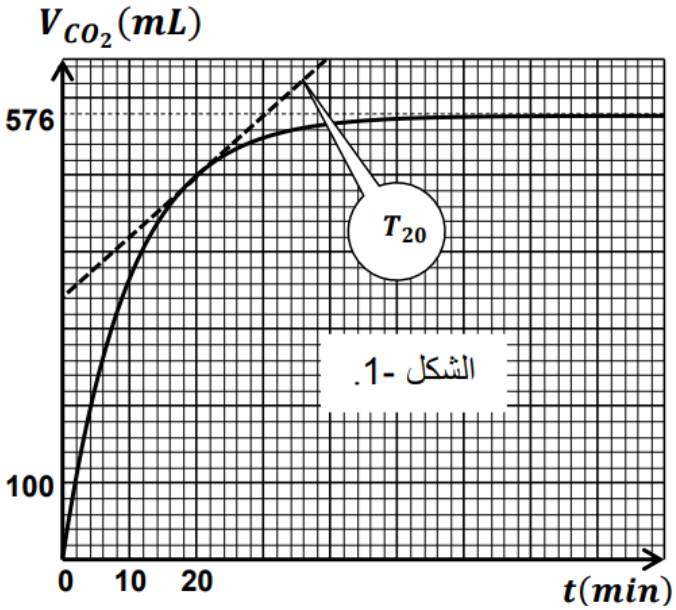
التمرين(1)

لدراسة تطور حركية التحول بين شوارد البيكرومات $Cr_2O_{7(aq)}^{2-}$ و محلول حمض الأكساليك $C_2H_2O_{4(aq)}$ عند درجة الحرارة θ = 20°C. نمزج في اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 40mL$ من محلول بيكرومات البوتاسيوم $(2K_{(aq)}^{+} + Cr_2O_{7(aq)}^{2-})$ تركيزه المولي $C_1 = 0{,}2mol/L$ مع حجم $V_2 = 60mL$ من محلول حمض الأكساليك تركيزه المولي C_2 . مكننا تجهيز تجريبي مناسب من جمع و قياس حجم غاز ثنائي أكسيد الكربون المنطلق (V_{CO_2}) عند الضغط الجوي $P = 1{,}013\times10^5$ Pa . النتائج المحصل عليها مكنتنا من رسم المنحني البياني الشكل -1.

نعتبر أنه يمكن اعتبار غاز ثنائي أكسيد الكربون في الشروط التجريبية كغاز مثالي ينطبق عليه القانون التالي:
$P.V = n.R.T$. حيث: $R = 8{,}31$ J.mol^{-1}.K^{-1} ، $T = (273 + \theta)$°K ، V حجم الغاز مقدرا بـ m^3 .
الثنائيتان المشاركتان في التفاعل هما : $CO_{2(g)}/C_2H_2O_{4(aq)}$ ، $Cr_2O_{7(aq)}^{2-}/Cr_{(aq)}^{3+}$.

1) أكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل أكسدة- إرجاع المنمذج للتحول الكيميائي الحادث .
2) أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .
3) أوجد من البيان :
أ- سرعة تشكل شوارد $Cr_{(aq)}^{3+}$ في اللحظة $t = 20min$.
ب- استنتج السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $t = 20min$
ج- التقدم الأعظمي x_m .
د- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.
4) أوجد التركيز المولي لمحلول حمض الاكساليك C_2 .
5) أوجد التركيب المولي للمزيج في اللحظة $t = 10min$.



التمرين(2)

نضع في كاس بيشر حجما V=100mL من محلول حمض الازوت $(H_3O_{(aq)}^{+} + NO_{3(aq)}^{-})$ تركيزه المولي $C = 1mol/L$ ، نضيف له كتلة قدرها $m = 19{,}2g$ من النحاس $(Cu_{(s)})$.

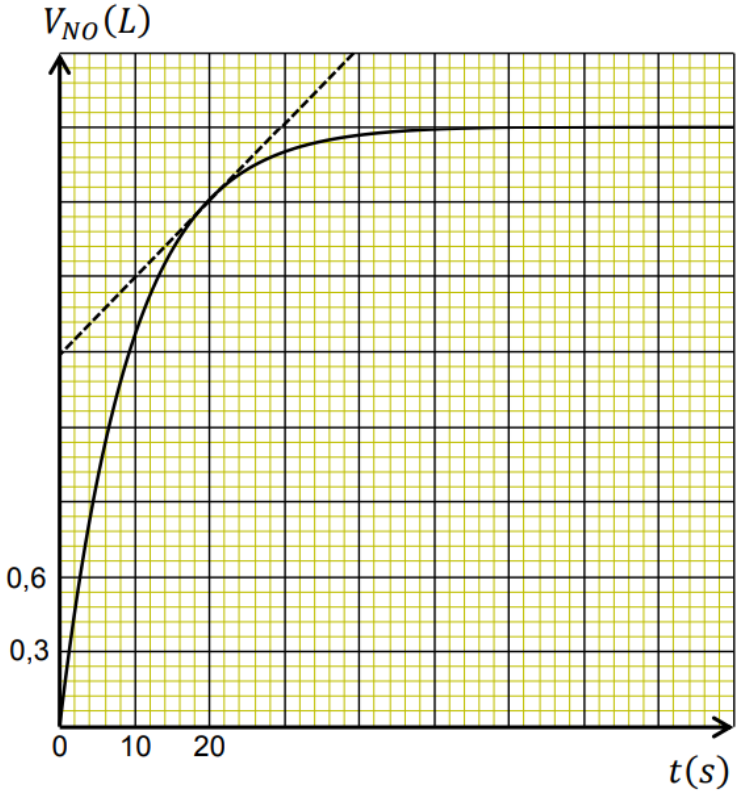
1) علما ان الثنائيتين $^{OX}/_{Red}$ الداخلتان في التفاعل هما

$$NO_{3(aq)}^{-}/NO_{(g)} \quad \text{و} \quad Cu_{(aq)}^{2+}/Cu_{(s)}$$

أ- بين ان معادلة التفاعل المنمذج للتحول السابق هي :

$$3Cu_{(s)} + 2NO_{3(aq)}^{-} + 8H_3O_{(aq)}^{+} \rightarrow 3Cu_{(aq)}^{2+} + 2NO_{(g)} + 12H_2O_{(l)}$$

ب- احسب كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات .
ج- انشيء جدول التقدم للتفاعل المنمذج للتحول السابق .
د- حدد المتفاعل المحد .



2) علما ان التجربة اجرية في درجة الحرارة 25^0Cوتحت الضغط $P = 10^5Pa$.

أ- بين ان الحجم المولي للغازات في شروط التجربة هو $V_M = 24L/mol$.

ب- اوجد العلاقة بين حجم غاز اكسيد الازوت V_{NO} و التقدم x .

3) يعطى في الشكل تغير حجم غاز اكسيد الازوت V_{NO} بدلالة الزمن .

أ- عرف سرعة التفاعل واحسب قيمتها في اللحظة $t = 20s$.

ب- استنتج التركيب المولي للمزيج في اللحظة $t = 20s$.

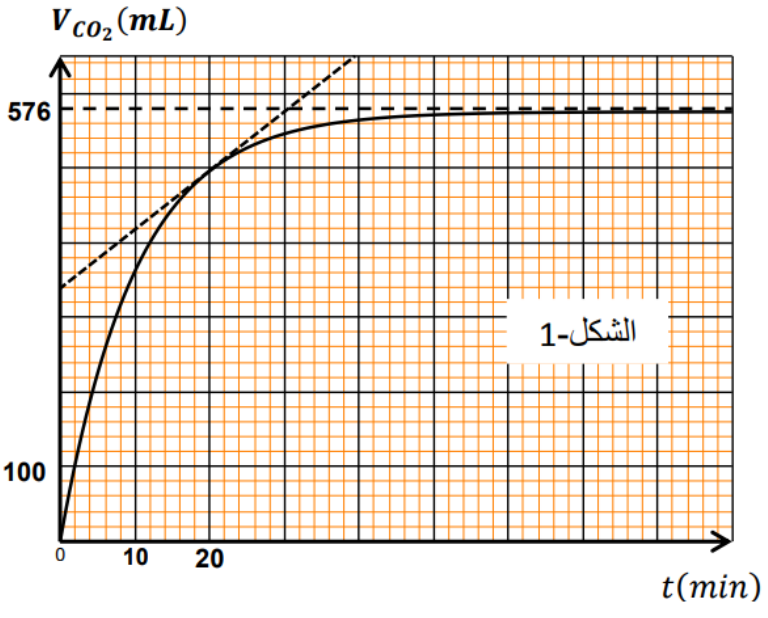
4) اعط عبارة الناقلية النوعية $\sigma(t)$ للمحلول بدلالة (x) يعطى:

قانون الغازات $PV = nRT$ ، $R = 8,31SI$ ، $M_{Cu} = 64g/mol$

$\lambda_{H_3O^+} = 35msm^2/mol$ ، $\lambda_{NO_3^-} =$ $7,14\ msm^2/mol$ ، $\lambda_{Cu^{2+}} = 10,4\ msm^2/mol$.

التمرين(3)

لدراسة تطور حركية التحول بين شوارد البيكرومات $Cr_2O_{7(aq)}^{2-}$ و محلول حمض الأكساليك $C_2H_2O_{4(aq)}$ عند درجة الحرارة $\theta = 20°C$. نمزج في اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 40mL$ من محلول بيكرومات البوتاسيوم $(2K_{(aq)}^+ + Cr_2O_{7(aq)}^{2-})$ تركيزه المولي $C_1 = 0,2mol/L$ مع حجم $V_2 = 60mL$ من محلول حمض الأكساليك تركيزه المولي C_2 . مكننا تجهيز تجريبي مناسب من جمع و قياس حجم غاز ثنائي أكسيد الكربون المنطلق (V_{CO_2}) عند الضغط الجوي $P = 1,013 \times 10^5\ Pa$. النتائج المحصل عليها مكنتنا من رسم المنحني البياني الشكل -1.



نعتبر أنه يمكن اعتبار غاز ثنائي أكسيد الكربون في الشروط التجريبية كغاز مثالي ينطبق عليه القانون التالي:

$P.V = n.R.T$. حيث:

$R = 8,31\ \mathrm{J}.mol^{-1}.K^{-1}$ ،$T = (273 + \theta)°K$

V حجم الغاز مقدرا بـ m^3 .

الثنائيتان المشاركتان في التفاعل هما :

$CO_{2(g)}/C_2H_2O_{4(aq)}$ ، $Cr_2O_{7(aq)}^{2-}/Cr_{(aq)}^{3+}$.

6) أكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل أكسدة-إرجاع المنمذج للتحول الكيميائي الحادث .

7) أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .

8) أوجد من البيان :

ه- سرعة تشكل شوارد $Cr_{(aq)}^{3+}$ في اللحظة $t = 20min$.

و- استنتج السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $t = 20min$

ز- التقدم الأعظمي x_m .

ح- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

9) أوجد التركيز المولي لمحلول حمض الاكساليك C_2 .

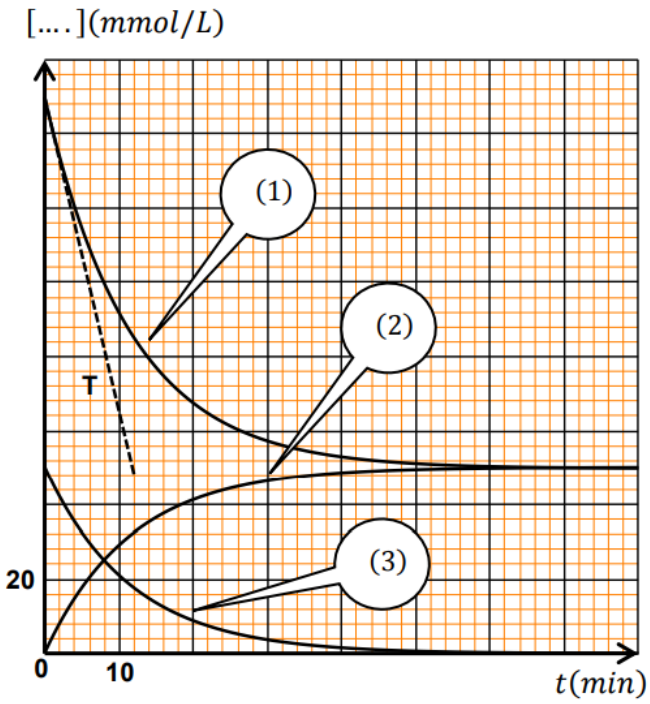
10) أوجد التركيب المولي للمزيج في اللحظة $t = 10min$.

التمرين(4)

ندرس تطور التفاعل التام الحاصل بين محلول يود البوتاسيوم $\left(K^+_{(aq)}, I^-_{(aq)}\right)$ حجمه $V_1 = 100\ ml$ وتركيزه C_1 ، ومحلول بيروكسودي كبريتات البوتاسيوم $\left(2K^+_{(aq)}, S_2O^{2-}_{8(aq)}\right)$ حجمه $V_2 = 100\ ml$ وتركيزه C_2 $\left(S_2O^{2-}_{8(aq)}\right)$ تكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الحاصل بشوارد:

$$S_2O^{2-}_{8(aq)} + 2I^-_{(aq)} = I_{2(aq)} + 2SO^{2-}_{4(aq)}$$

تمكنا عن طريق معايرة ثنائي اليود المتشكل من تمثيل البيانات $[I_2]$ و $[I^-]$ و $[S_2O_8^{2-}]$ بدلالة الزمن ورسمنا المماس (T).



1) انجز جدول تقدم التفاعل .

2) احسب قيمة التقدم الأعظمي x_m .

3) احسب كمية المادة الابتدائية للمتفاعل الموافق للبيان (1) وللمتفاعل الموافق للبيان (3) .

4) بين أن البيان (3) يوافق المتفاعل $S_2O_8^{2-}$.

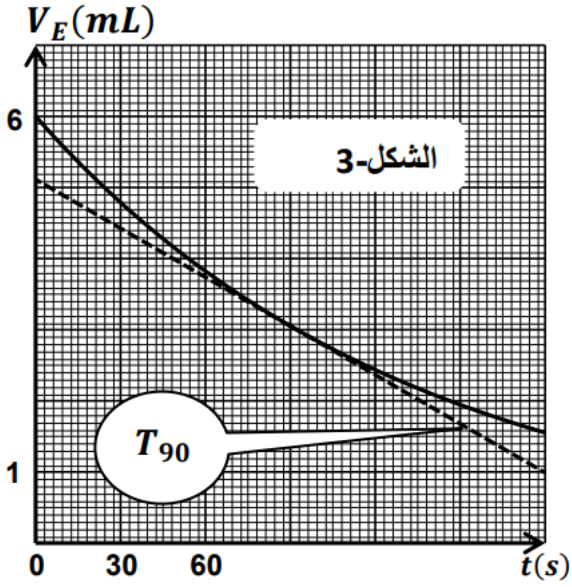
5) احسب قيمة كل من C_1 و C_2 .

6) عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ واستنتج قيمته من أحد البيانات .

7) بين أن السرعة الحجمية للتفاعل تكتب بالشكل $v_{vol} = -\frac{1}{2}\frac{d[I^-]}{dt}$ ، ثم احسب قيمتها عند اللحظة $t = 0$.

التمرين (5)

نمزج عند اللحظة $t = 0$ حجم $V_1 = 500mL$ من محلول برمنغنات البوتاسيوم $\left(K^+_{(aq)} + MnO^-_{4(aq)}\right)$ تركيزه المولي $C_1 = 0{,}06mol/L$ مع حجم $V_2 = 500mL$ من محلول حمض الأكساليك $H_2C_2O_{4(aq)}$ تركيزه المولي $C_2 = 0{,}1mol/L$.



نكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي بالشكل :

$$5\ H_2C_2O_{4(aq)} + 2MnO^-_{4(aq)} + 6H^+_{(aq)} = 2Mn^{2+}_{(aq)} + 10CO_{2(g)} + 8H_2O_{(l)}$$

1) ما هما الثنائيتان Ox/Red الداخلتان في التفاعل؟.

2) أكتب جدول تقدم التفاعل .

3) هل المزيج الابتدائي ستكيومتري ؟
4) بين أنه في أي لحظة t : $[CO_2] = 0,15 - 5[MnO_4^-]$

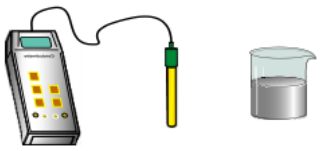
لمتابعة التفاعل نأخذ خلال أزمنة مختلفة t حجما $V_0 = 10mL$ من المزيج ، ثم نعاير كمية مادة شوارد البرمنغنات المتبقية $MnO_{4(aq)}^-$ بواسطة محلول لكبريتات الحديد الثنائي $\left(Fe_{(aq)}^{2+} + SO_{4(aq)}^{2-}\right)$ ذي التركيز $C =$ $0,25mol/L$. تعطى الثنائية $\left(Fe_{(aq)}^{3+}/Fe_{(aq)}^{2+}\right)$.

5) أكتب معادلة تفاعل المعايرة .
6) عرف التكافؤ ، ثم استنتج عبارة حجم محلول كبريتات الحديد الثنائي المضاف عند التكافؤ V_E بدلالة C و V_0 و $[MnO_4^-]$.
7) قسنا حجم التكافؤ خلال أزمنة مختلفة t ثم تم رسم المنحنى $V_E = f(t)$ الشكل-3
أ- أحسب السرعة الحجمية لتشكل CO_2 عند اللحظة $t = 90s$.
ب- أستنتج السرعة الحجمية لتشكل $Mn_{(aq)}^{2+}$ عند اللحظة $t = 90s$.
ج- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ثم حدد قيمته .

التمرين(6)

في محلول مائي، و عند درجة الحرارة $T = 20°C$ ، يتفاعل الماء الأوكسيجيني مع شوارد اليود $I_{(aq)}^-$ وفق المعادلة الكيميائية التالية: $H_2O_2\,(aq) + 2I^-(aq) + 2H_3O^+(aq) = I_2(aq) + 4H_2O(\ell)$

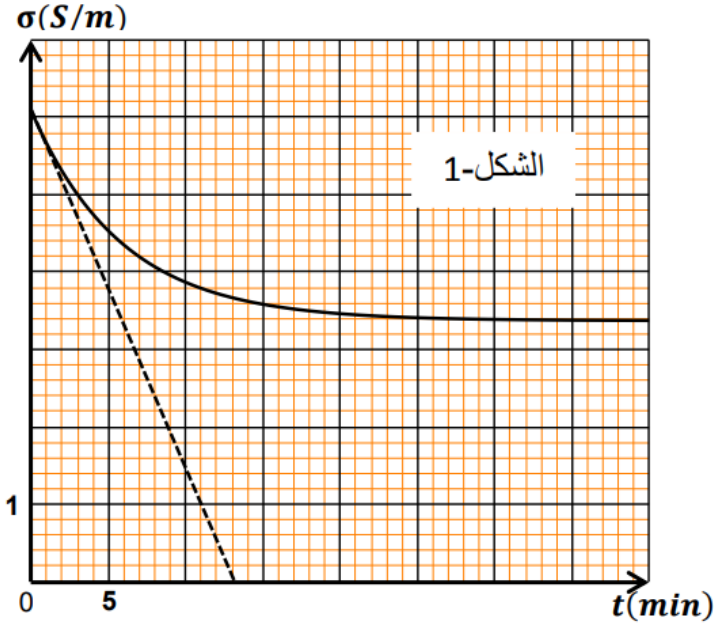
المحلول المائي لثنائي اليود $I_2(aq)$ يتميز بلون بني في حين المحلول المائي ليود الهيدروجين $(H_3O^+(aq) + I^-(aq))$ عديم اللون .



عند اللحظة $t = 0$ نحضر مزيجا تفاعليا و ذلك بمزج:

- حجم $V_1 = 5,0.10^{-5}\ m^3$ من الماء الأوكسيجيني تركيزه المولي $C_1 = 56\ mol/m^3$.
- حجم $V_2 = 5,0.10^{-5}\ m^3$ من محلول يود البوتاسيوم $(K^+(aq) + I^-(aq))$ تركيزه المولي $C_2 = 2 \times 10^2\ mol/m^3$.
- حجم $V_3 = 1,0.10^{-6}\ m^3$ من محلول حمض الكبريت $(2H_3O^+(aq) + SO_4^{2-}(aq))$.تركيزه المولي $C_3 = 6 \times 10^3\ mol/m^3$.

يعطى : $\lambda_{SO_4^{2-}} = 8 \times 10^{-3} S.m^2/mol$ ،
$\lambda_{K^+} = 7,35 \times 10^{-3} S.m^2/mol$
$\lambda_{I^-} = 7,68 \times 10^{-3} S.m^2/mol$ ،
$\lambda_{H_3O^+} = 35 \times 10^{-3} S.m^2/mol$



1) كيف يمكن التأكد تجريبيا بأن التفاعل بطيء ؟
2) من خلال معادلة التفاعل، تعرف على الثنائيتين Ox/Red المتدخلتين في هذا التفاعل.
3) تحقق أن $n_0(H_2O_2) = 2,8 \times 10^{-3} mol$ و $n_0(I^-) = 1,0 \times 10^{-2} mol$ و $n_0(H_3O^+) = 1,2 \times 10^{-2} mol$.
4) انجز جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي ثم حدد التقدم الأعظمي x_{max} .

5) باستغلال جدول التقدم بين أن الناقلية النوعية في المزيج عند اللحظة t تحقق العلاقة $\sigma = 6{,}1 - 845x$ حيث x تقدم التفاعل بالمول (mol) . σ الناقلية النوعية (S/m) .

6) استنتج σ_f الناقلية النوعية في نهاية التحول .

7) يمثل المنحنى (الشكل-1) تغيرات الناقلية النوعية بدلالة الزمن $\sigma = f\ (t)$.

أ) حدد زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

ب) بين أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل تكتب على الشكل $v_{vol} = -\frac{1}{845V_T}\frac{d\sigma}{dt}$.

ج) احسب بالوحدة $mol.m^{-3}.\min^{-1}$ قيمة السرعة الحجمية عند $t = 0$.

التمرين (7)

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

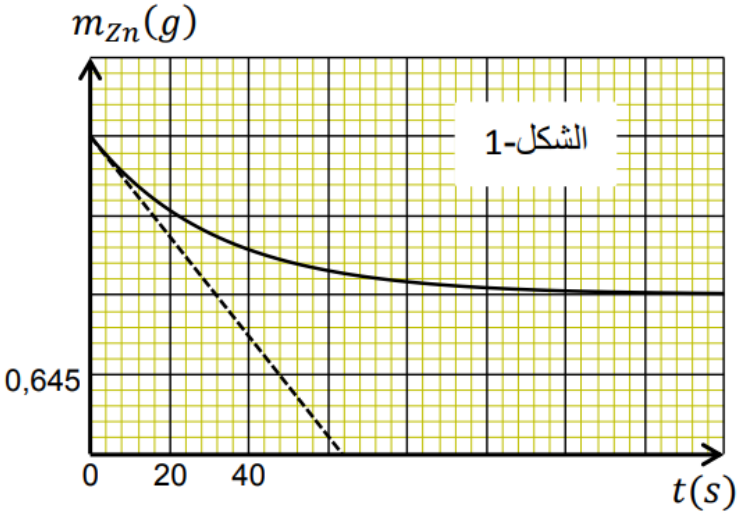
نغمر صفيحة من الزنك $Zn_{(s)}$ كتلتها m_0 في كأس يحتوي على حجم V من الليكول حيث التركيز الابتدائي لثنائي اليود التحول الكيميائي بين الليكول و الزنك بطيء و تام. C_0

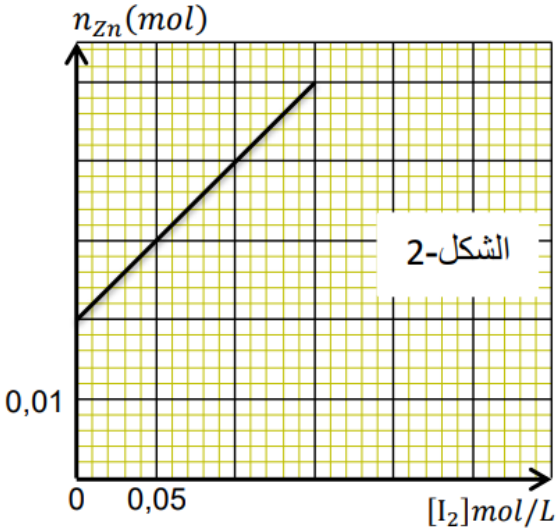
1) كيف يمكن التّأكد تجريبيا من أنّ التفاعل بطيء؟.

2) اكتب معادلة تفاعل الأكسدة و الا رجاع الحادث ثم ضع جدولا لتقدم التفاعل .تعطى الثنائيتان I_2/I^- و Zn^{2+}/Zn .

3) اعتمادا على جدول التقدم بيّن أنّ: $n_{Zn} = V[I_2] + \frac{m_0}{M_{Zn}} - C_0V$.

4) بواسطة تقنية خاصة تمكّنا من رسم المنحنيين البيانيين التاليين:





اعتمادا على الشكلين (1) و (2)اجب على الأسئلة التالية:

أ) استنتج المتفاعل المحدّ.

ب) اكتب معادلة البيان $n_{Zn} = f(I_2)$.

ج) حدّد قيم كلاّ من x_{max} ، V و C_0 .

د) زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

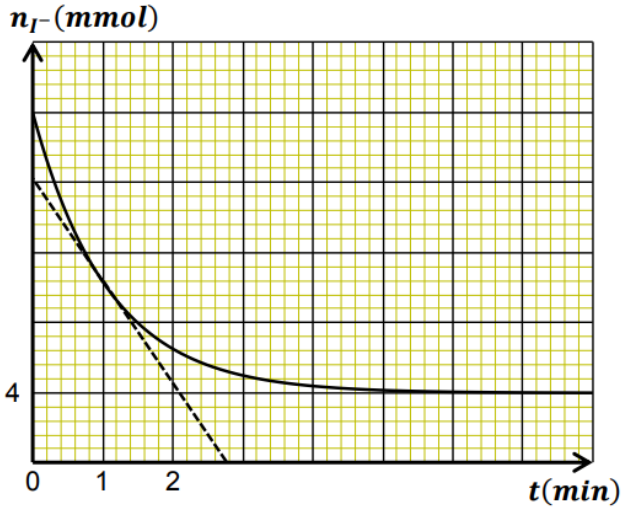
5) بيّن أن السرعة الحجمية للتفاعل تعطى بالعبارة التالية $v_{vol} = -\frac{1}{V.M_{Zn}} \times \frac{dm_{Zn}}{dt}$.

احسب قيمةالسرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$.

تعطى : $M_{Zn} = 65g/mol$.

التمرين(8)

نمزج عند اللحظة $t = 0$ حجما V_1 من محلول مائي لبيروكسوديكبريتات البوتاسيوم $\left(2K^+_{(aq)} + S_2O^{2-}_{8(aq)}\right)$ تركيزه المولي C_1 مع حجم $V_2 = 200mL$ من محلول يود البوتاسيوم $\left(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)}\right)$ تركيزه المولي C_2 ، نتابع تغيرات كمية مادة $\left(I^-_{(aq)}\right)$ المتبقية في الوسط التفاعلي في لحظات زمنية مختلفة ، فتحصلنا على البيان -1-



1) إذا علمت أن الثنائيتين الداخلتين في التحول الكيميائي الحاصل هما :
$\left(S_2O^{2-}_{8(aq)}/SO^{2-}_{4(aq)}\right)$ و $\left(I_{2(aq)}/I^-_{(aq)}\right)$
أ) أكتب معادلة تفاعل الأكسدة الإرجاعية المنمذج للتحول الكيميائي الحاصل .
ب)أنجز جدول تقدم التفاعل .
2) اعتمادا على البيان :
أ) استنتج التركيز المولي C_2 لمحلول يود البوتاسيوم .
ب)حدد المتفاعل المحد علما أن التفاعل تام .
ج) استنتج قيمة التقدم الأعظمي x_{max} .
3) من البيان
أ) استنتج قيمة سرعة اختفاء شوارد اليود $\left(I^-_{(aq)}\right)$ عند اللحظة $t = 1min$.
ب) أوجد قيمة الحجم الكلي V_T للوسط التفاعلي علما أن قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 1min$ هي : $v_{vol} = 9{,}1 \times 10^{-3} mol.L^{-1}.min^{-1}$.
ج) استنتج قيمة الحجم V_1 لمحلول بيروكسوديكبريتات البوتاسيوم و تركيزه المولي C_1 .
4) عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.
5) بين أن كمية مادة شوارد اليود عند اللحظة $t_{1/2}$ تعطى بالعلاقة : $n_{I^-}\left(t_{1/2}\right) = \frac{n_0(I^-)+n_f(I^-)}{2}$.
6) استنتج قيمة $t_{1/2}$.

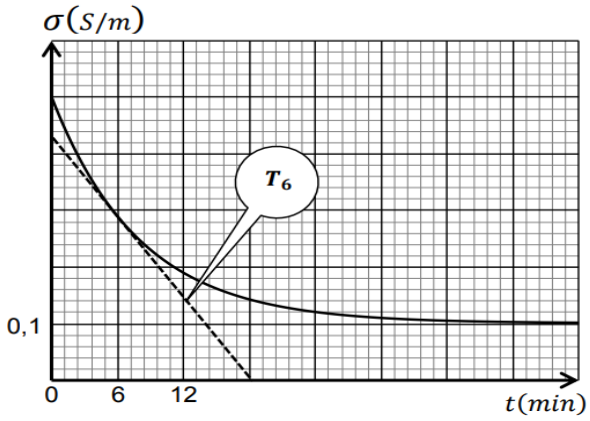
التمرين(9)

لغرض المتابعة الزمنية للتحول الكيميائي المنمذج بالمعادلة :

$$2Al_{(s)} + 6H_3O^+_{(aq)} = 2Al^{3+}_{(aq)} + 3H_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$$

عن طريق قياس الناقلية ، عند درجة حرارة 25^0c نضع في بيشر كتلة $m = 27mg$ من الألمنيوم $Al_{(s)}$ ونضيف اليها عند اللحظة $t = 0$ حجما $V = 20ml$ من محلول حمض كلور الماء $\left(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}\right)$ تركيزه المولي $C = 0{,}012mol/l$

ونتابع تغيرات الناقلية النوعية σ بدلالة الزمن t فتحصلنا على البيان الموضح الشكل .



1) مثل جدولا لتقدم التفاعل .
2) أكتب عبارة الناقلية النوعية $\sigma(t)$ للمزيج .
3) بين أن : $\sigma(t) = -1{,}01 \times 10^4 x + 0{,}511$.
4) أوجد كمية المادة لكل من : $H_3O^+_{(aq)}$ و $Al^{3+}_{(aq)}$ عند اللحظة $t = 6min$.
5) بين أن سرعة التفاعل في هذه الحالة تعطى بالعلاقة : $v = -\frac{1}{1{,}01\times10^4} \times \frac{d\sigma}{dt}$.
6) أوجد قيمة سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 6min$

تعطى عند درجة حرارة 25^0c :

$\lambda\left(H_3O^+_{(aq)}\right) = 35 \times 10^{-3} sm^2/mol$ ، $\lambda\left(Al^{3+}_{(aq)}\right) = 4 \times 10^{-3} sm^2/mol$ ،
$\lambda\left(Cl^-_{(aq)}\right) = 7{,}6 \times 10^{-3} sm^2/mol$ ، $M(Al) = 27g/mol$

بطاقة التلميذ ع م2	① تطور كميات المتفاعلات والنواتج خلال تحول كيميائي	

I- الموضوع : متابعة أكسدة شوارد اليود $I^-_{(aq)}$ في وسط حمضي بواسطة الماء الأكسجيني $H_2O_{2(aq)}$

أثناء مزج محلولي الماء الأكسجيني $H_2O_{2\ (aq)}$ و يود البوتاسيوم $(K^+ + I^-)_{(aq)}$ يحدث تحول كيميائي بطيء (التفاعل①).

الثنائيتان مرجع/مؤكسد الداخلتان في التفاعل هما: $I_{2(aq)} / I^-_{(aq)}$ و $H_2O_{2(aq)} / H_2O_{(\ell)}$

1- أكتب معادلة التفاعل المنمذجة لهذا التحول.

2- كيف يتغير لون المحلول ؟

II- المبدأ:

لتعيين كمية مادة ثنائي اليود الناتج في الوسط التفاعلي عند لحظة زمنية (t) نستعمل المعايرة اللونية. من أجل هذا نستعمل محلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})_{(aq)}$ عديم اللون تركيزه المولي C معلوم .

نسمي هذا التفاعل②.

1- أكتب المعادلة المنمذجة لتفاعل المعايرة (التفاعل②)علما أن الثنائيتان مرجع/مؤكسد هما: $I_{2(aq)} / I^-_{(aq)}$ و $S_4O_{6(aq)}^{2-} / S_2O_{3(aq)}^{2-}$.

2- أنشئ جدول التقدم لتفاعل المعايرة (التفاعل②).

3 – أكتب عبارة التقدم الأعظمي عند التكافؤ.

4 – استنتج عبارة كمية مادة ثنائي اليود بدلالة C و V_E (الحجم المضاف عند التكافؤ).

5- عندما نأخذ عينة من الوسط التفاعلي(التفاعل①) لمعايرتها هل التفاعل بين الماء الأكسجيني $H_2O_{2\ (aq)}$ و شوارد اليود $I^-_{(aq)}$ يتوقف أم يتواصل ؟ اشرح ذلك.

6- كيف يمكن معايرة نوع كيميائي ثنائي اليود $I_{2(aq)}$ في هذه التجربة وهو في حالة تطور مستمر؟

III- البروتوكول التجريبي:

أ – المحاليل :

	محلول الماء الأكسجيني (S_1) $H_2O_{2\ (aq)}$	محلول يود البوتاسيوم (S_2) $(K^+ + I^-)_{aq}$	محلول حمض الكبريت المركز $(2H^+ + SO_4^{2-})_{aq}$
الحجم V(mL)	V_1=50	V_2=50	1
التركيز C(mol/L)	C_1=0,056	C_2=0,2	3

ب- الوسائل :

- قارورة عيارية سعتها 50mL.	- قمع.
- 10 أنابيب اختبار.	- حامل.
- سحاحة 25mL.	- مخلاط مغناطيسي.
- ماصة : عيارية مدرجة سعتها: 5mL، 1mL .	- ميقاتية .
- اجاصة مص .	

جـ - التجربة:

1- أذكر خطوات العمل في التجربة①.

2- في رأيك هل لون الوسط التفاعلي يتطور بنفس الطريقة في الأنابيب العشرة ؟

3- أذكر البروتوكول التجريبي للمعايرة.

4 - أحسب كمية المادة الابتدائية لكل من: $I^-_{(aq)}$، $S_2O_3^{2-}{}_{(aq)}$ المتواجدة في كل عينة.

5- ما هو دور حمض الكبريت $(2H^+ + SO_4^{2-})_{(aq)}$ المستعمل ؟

6- أنشئ جدول تقدم التفاعل①الخاص بالتحول الكيميائي الذي يحدث بين ثنائي اليود والماء الأكسجيني.

7 - لخص نتائج قياسات المعايرة في الجدول التالي:

t(s)	0	60	160	270	360	510	720	900	1080	1440	1800
$V_{éq}(mL)$											

8- أحسب عند اللحظة $t = 360s$ كمية مادة كل نوع من الانواع الكيميائية المتواجدة في العينة و لخصها في جدول.

9- أ / أكمل الجدول:

$t(s)$											
$n_{(I_2)}(mmo\ell)$											
$n_{(H_2O_2)}(mmo\ell)$											
$n_{(I^-)}(mmo\ell)$											

- ب/ مثل البيانات : $n(I_2) = f_1(t)$ ، $n(H_2O_2) = f_2(t)$ ، $n(I^-) = f_3(t)$