

التمرين (1)

لدراسة تطور حركية التحول بين شوارد البيكرومات $Cr_2O_7^{2-}(aq)$ و محلول حمض الأكساليك $C_2H_2O_4(aq)$ عند درجة الحرارة $\theta = 20^\circ C$. نمزج في اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 40mL$ من محلول بيكرومات البوتاسيوم $(2K^+_{(aq)} + Cr_2O_7^{2-}(aq))$ 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: $R = 8,31 J.mol^{-1}.K^{-1}$ ، $T = (273 + \theta)^\circ K$ ، V حجم الغاز مقدرا بـ m^3 .
 الثنائيتان المشاركتان في التفاعل هما: $Cr_2O_7^{2-}(aq)/Cr^{3+}(aq)$ ، $CO_2(g)/C_2H_2O_4(aq)$.

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 $Cr^{3+}(aq)$ في اللحظة $t = 20min$.

ب- استنتاج السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة

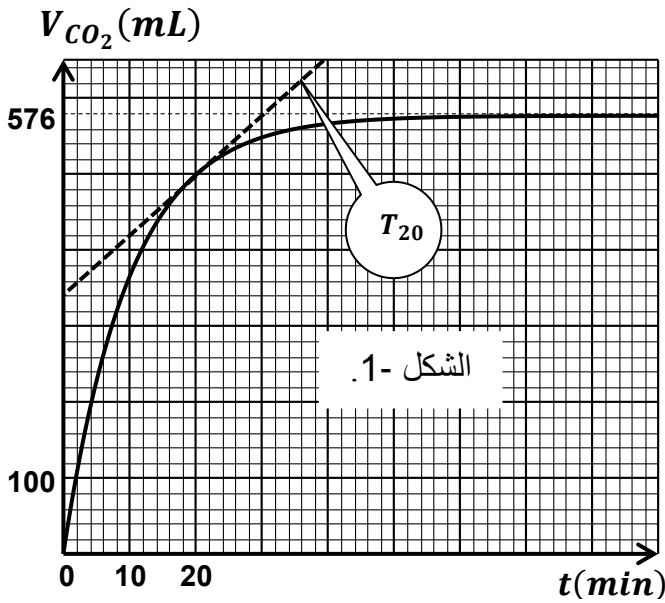
$t = 20min$

ج- التقدم الأعظمي x_m .

د- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

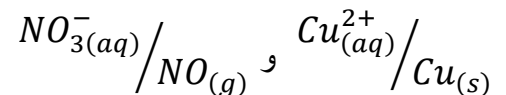
4) أوجد التركيز المولي لمحلول حمض الأكساليك C_2 .

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

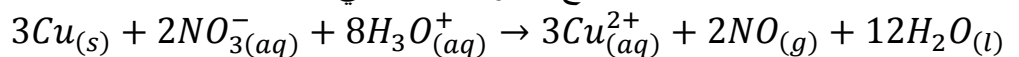
**التمرين (2)**

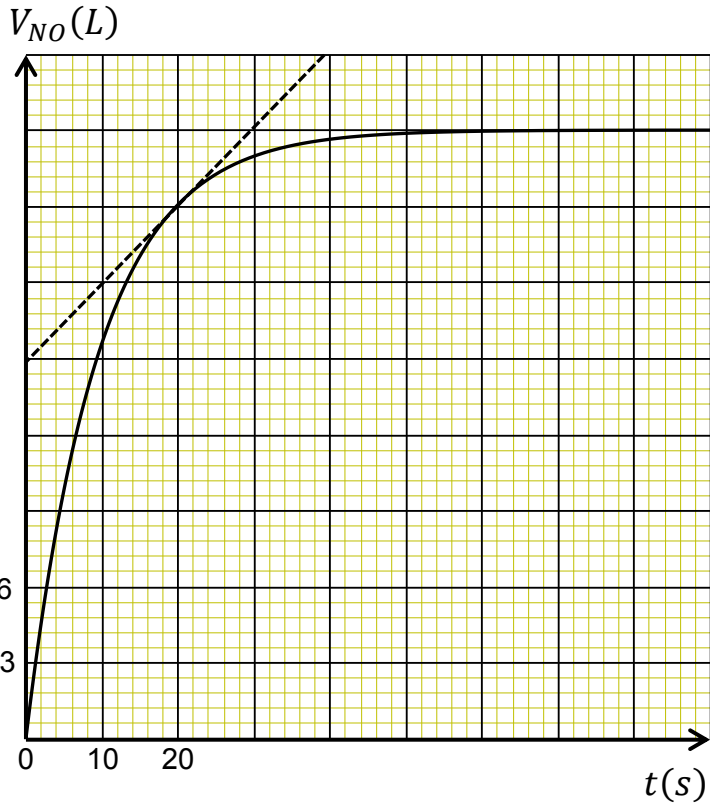
نضع في كاس بيشر حجما $V=100mL$ من محلول حمض الازوت $(H_3O^+_{(aq)} + NO_3^-_{(aq)})$ تركيزه المولي $C = 1mol/L$ ، نضيف له كتلة قدرها $m = 19,2g$ من النحاس $(Cu_{(s)})$.

1) علما ان الثنائيتين OX/Red الداخلتان في التفاعل هما



أ- بين ان معادلة التفاعل المنمذج للتحول السابق هي :





- ب- احسب كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات .
 ج- انشئ جدول التقدم للتفاعل المنمذج للتحويل السابق .
 د- حدد المتفاعل المحد .
 (2) علما ان التجربة اجرية في درجة الحرارة $25^{\circ}C$ وتحت الضغط $P = 10^5 Pa$.
 أ- بين ان الحجم المولي للغازات في شروط التجربة هو $V_M = 24 L/mol$.
 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 $PV = nRT$ ، $R = 8,31 SI$ ،
 $M_{Cu} = 64 g/mol$
 $\lambda_{NO_3^-} =$ ، $\lambda_{H_3O^+} = 35 msm^2/mol$
 $\lambda_{Cu^{2+}} = 10,4 msm^2/mol$ ، $7,14 msm^2/mol$

التمرين (3)

لدراسة تطور حركية التحول بين شوارد البيكرومات $Cr_2O_7^{2-}(aq)$ و محلول حمض الأوكساليك $C_2H_2O_4(aq)$ عند درجة الحرارة $\theta = 20^{\circ}C$. نمزج في اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 40 mL$ من محلول بيكرومات البوتاسيوم $(2K_{(aq)}^+)$ تركيزه المولي $C_1 = 0,2 mol/L$ مع حجم $V_2 = 60 mL$ من محلول حمض الأوكساليك 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- .

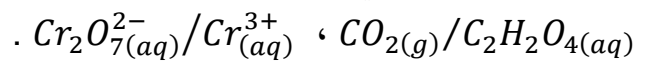
نعتبر أنه يمكن اعتبار غاز ثنائي أكسيد الكربون في الشروط التجريبية كغاز مثالي ينطبق عليه القانون التالي:

$$P.V = n.R.T \text{ حيث:}$$

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

V ، حجم الغاز مقدرا بـ m^3 .

الثنائيتان المشاركتان في التفاعل هما :



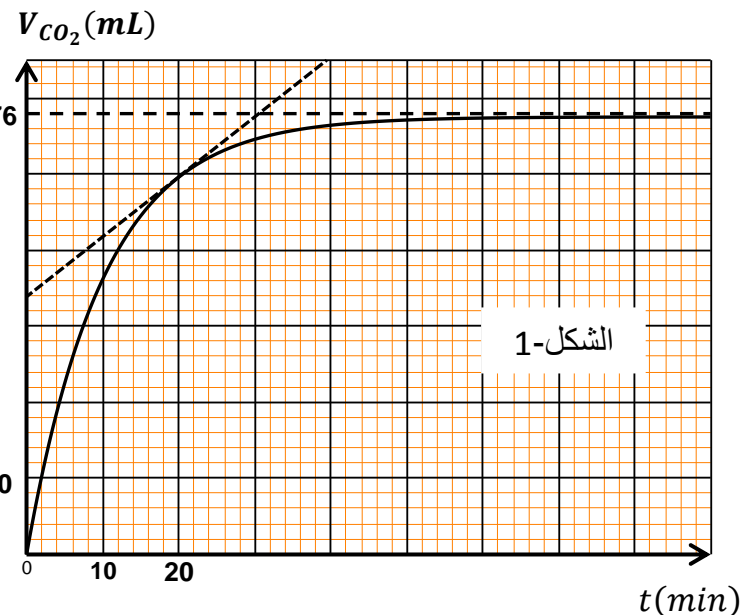
(6) أكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل أكسدة-

إرجاع المنمذج للتحويل الكيميائي الحادث .

(7) أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل .

(8) أوجد من البيان :

ه- سرعة تشكل شوارد $Cr_{(aq)}^{3+}$ في اللحظة





. $t = 20min$

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

- 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

ومحلول بيروكسودي كبريتات البوتاسيوم

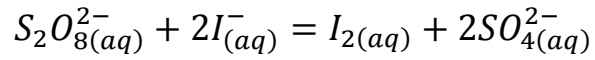
حجمه $V_1 = 100 ml$ وتركيزه C_1 ،

ومحلول بيروكسودي كبريتات البوتاسيوم

حجمه $V_2 = 100 ml$ وتركيزه C_2 (بشوارد

بشوارد $(S_2O_8^{2-})$ تكتب معادلة التفاعل المنمدج للتحويل

الحاصل:



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 للتفاعل الموافق للبيان (1)

وللتفاعل الموافق للبيان (3) .

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

(5) احسب قيمة كل من C_2 و C_1 .

(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

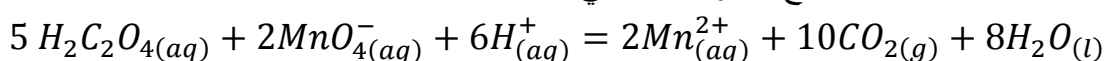
برمنغنات البوتاسيوم $(K^+(aq) + MnO_4^-(aq))$ تركيزه المولي

$C_1 = 0,06mol/L$ مع حجم $V_2 = 500ml$ من محلول

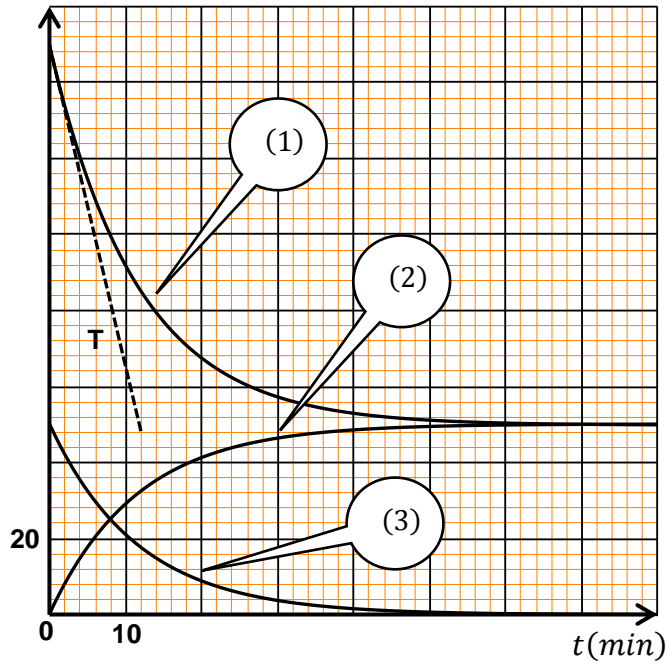
حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4(aq)$ تركيزه المولي

$C_2 = 0,1mol/L$

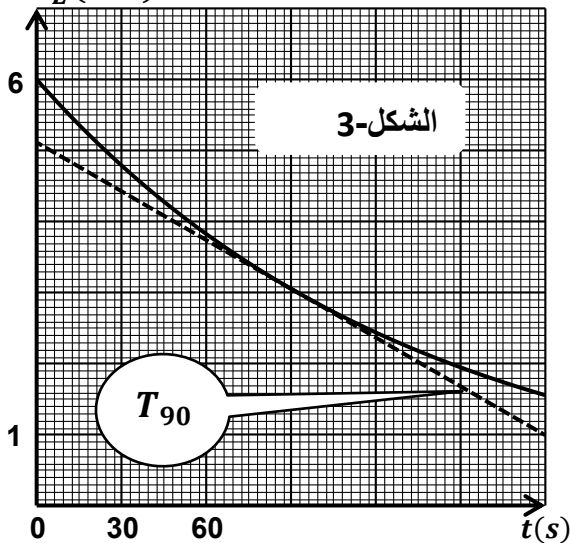
نكتب معادلة التفاعل المنمدج للتحويل الكيميائي بالشكل :



[...](mmol/L)



$V_E(mL)$



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 $(Fe_{(aq)}^{2+} + SO_4^{2-}(aq))$ ذي التركيز $C = 0,25mol/L$. تعطي الثنائية $(Fe_{(aq)}^{3+}/Fe_{(aq)}^{2+})$.

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 رسم المنحنى $V_E = f(t)$ الشكل-3

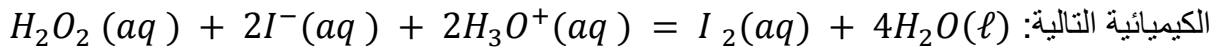
أ- أحسب السرعة الحجمية لتشكل CO_2 عند اللحظة $t = 90s$.

ب- استنتج السرعة الحجمية لتشكل $Mn_{(aq)}^{2+}$ عند اللحظة $t = 90s$.

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

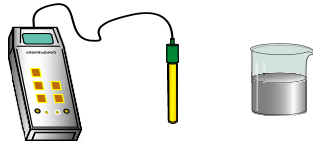
التمرين (6)

في محلول مائي، و عند درجة الحرارة $T = 20^\circ C$ ، يتفاعل الماء الأوكسيجيني مع شوارد اليود $I_{(aq)}^-$ وفق المعادلة



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 $V_1 = 5,0 \cdot 10^{-5} m^3$ من الماء الأوكسيجيني تركيزه المولي $C_1 = 56 mol/m^3$.
- حجم $V_2 = 5,0 \cdot 10^{-5} m^3$ من محلول يود البوتاسيوم $(K^+(aq) + I^-(aq))$ تركيزه المولي $C_2 = 2 \times 10^2 mol/m^3$.

- حجم $V_3 = 1,0 \cdot 10^{-6} m^3$ من محلول حمض الكبريت $(2H_3O^+(aq) + SO_4^{2-}(aq))$ تركيزه المولي $C_3 = 6 \times 10^3 mol/m^3$.

يعطى : $\lambda_{SO_4^{2-}} = 8 \times 10^{-3} S \cdot m^2/mol$ ،

$$\lambda_{K^+} = 7,35 \times 10^{-3} S \cdot m^2/mol$$

$$\lambda_{I^-} = 7,68 \times 10^{-3} S \cdot m^2/mol$$

$$\lambda_{H_3O^+} = 35 \times 10^{-3} S \cdot m^2/mol$$

1) كيف يمكن التأكد تجريبيا بأن التفاعل بطيء ؟

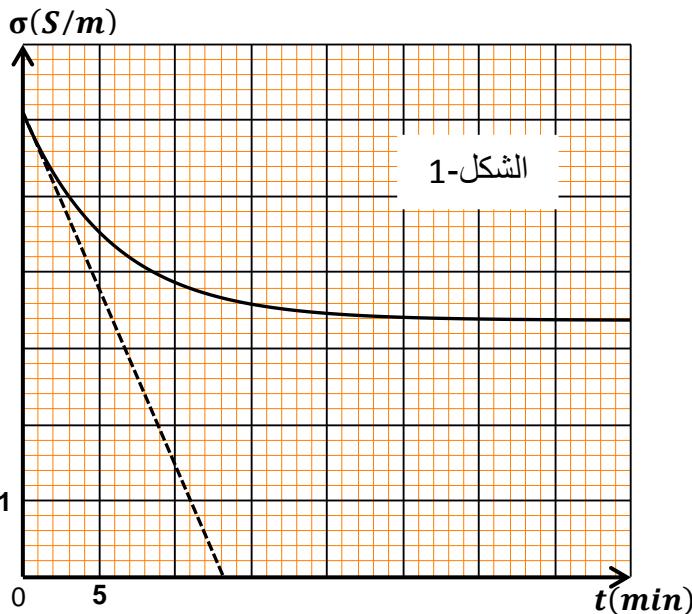
2) من خلال معادلة التفاعل، تعرف على الثنائيتين

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 $n_0(H_3O^+) = 1,2 \times 10^{-2} mol$

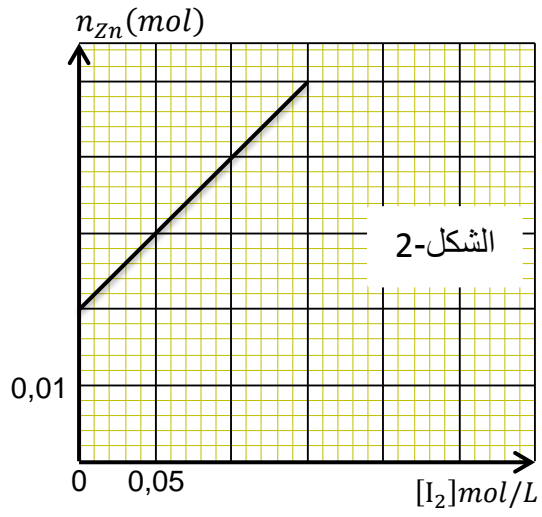
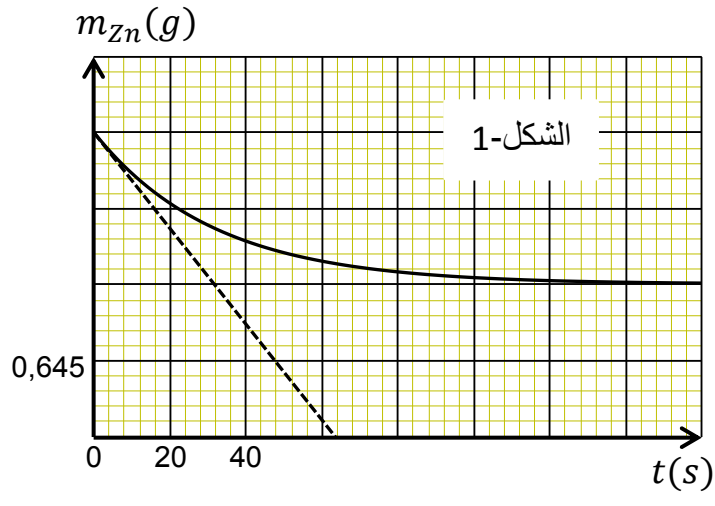




- (4) انجز جدولاً لتقدم التفاعل الكيميائي ثم حدد التقدم الأعظمي x_{max} .
- (5) باستغلال جدول التقدم بين أن الناقلية النوعية في المزيج عند اللحظة t تحقق العلاقة $\sigma = 6,1 - 845x$ حيث x تقدم التفاعل بالمول (mol). σ الناقلية النوعية (S/m).
 (6) استنتج σ_f الناقلية النوعية في نهاية التحول.
 (7) يمثل المنحني (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 $mol \cdot m^{-3} \cdot min^{-1}$ 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 C_0 التحول الكيميائي بين الليكول و الزنك بطيء و تام.
- (1) كيف يمكن التأكد تجريبياً من أن التفاعل بطيء؟
 (2) اكتب معادلة تفاعل الأكسدة و الا رجاع الحادث ثم ضع جدولاً لتقدم التفاعل. تعطى الثنائيتان I_2/I^- و Zn^{2+}/Zn .
 (3) اعتماداً على جدول التقدم بين أن: $n_{Zn} = V[I_2] + \frac{m_0}{M_{Zn}} - C_0V$.
 (4) بواسطة تقنية خاصة تمكنا من رسم المنحنيين البيانيين التاليين:



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

- أ) استنتج المتفاعل المحدد.
 ب) اكتب معادلة البيان $n_{Zn} = f(I_2)$.
 ج) حدد قيم كلاً من x_{max} ، V و C_0 .



د) زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

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

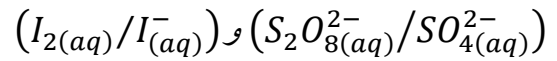
احسب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$.

تعطى : $M_{Zn} = 65g/mol$.

التمرين (8)

نمزج عند اللحظة $t = 0$ حجما V_1 من محلول مائي ليبروكسوديبيكربونات البوتاسيوم $(2K^+_{(aq)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)})$ تركيزه المولي C_1 مع حجم $V_2 = 200mL$ من محلول يود البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$ تركيزه المولي C_2 ، نتابع تغيرات كمية مادة $(I^-_{(aq)})$ المتبقية في الوسط التفاعلي في لحظات زمنية مختلفة ، فتحصلنا على البيان -1-

(1) إذا علمت أن الثنائيتين الداخلتين في التحول الكيميائي الحاصل هما :



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 المحدد علما أن التفاعل تام .

ج) استنتج قيمة التقدم الأعظمي x_{max} .

(3) من البيان

أ) استنتج قيمة سرعة اختفاء شوارد اليود $(I^-_{(aq)})$ 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 بيروكسوديبيكربونات البوتاسيوم و تركيزه المولي C_1 .

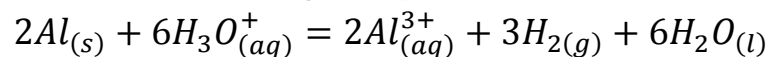
(4) عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

(5) بين أن كمية مادة شوارد اليود عند اللحظة $t_{1/2}$ تعطى بالعلاقة : $n_{I^-}(t_{1/2}) = \frac{n_0(I^-) + n_f(I^-)}{2}$.

(6) استنتج قيمة $t_{1/2}$.

التمرين (9)

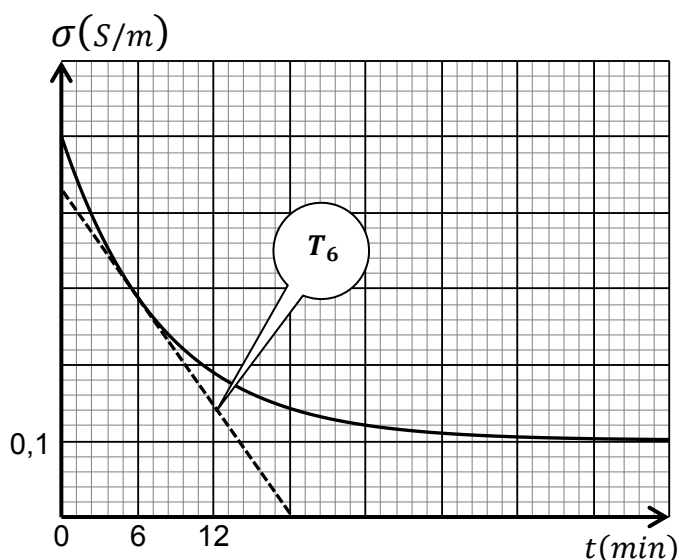
لغرض المتابعة الزمنية للتحول الكيميائي المنمذج بالمعادلة :



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

$C = 0,012mol / l$

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



(1) مثل جدولاً 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 : $Al_{(aq)}^{3+}$ و $H_3O_{(aq)}^+$ عند اللحظة $t = 6min$.

(5) بين أن سرعة التفاعل في هذه الحالة تعطى بالعلاقة :

$$v = - \frac{1}{1,01 \times 10^4} \times \frac{d\sigma}{dt}$$

(6) أوجد قيمة سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 6min$

تعطى عند درجة حرارة $25^{\circ}C$:

$$\lambda(Al_{(aq)}^{3+}) = 4 \times 10^{-3} sm^2/mol \quad , \quad \lambda(H_3O_{(aq)}^+) = 35 \times 10^{-3} sm^2/mol$$

$$M(Al) = 27g/mol \quad , \quad \lambda(Cl_{(aq)}^-) = 7,6 \times 10^{-3} sm^2/mol$$

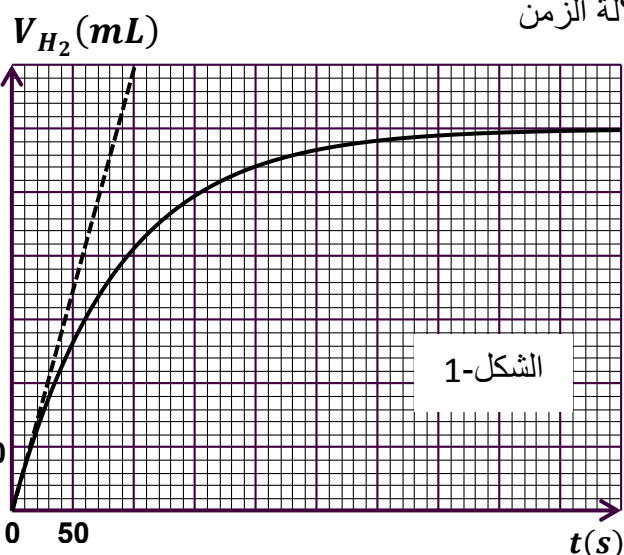
التمرين (10)

i. نضع قطعة من المغنيزيوم كتلتها $m = 0,12g$ في محلول حمض كلور الهيدروجين (H_3O^+, Cl^-) تركيزه المولي $C = 0,5mol/L$ وحجمه $V = 40mL$.

(1) اكتب معادلة التفاعل باستعمال الثنائيتين Mg^{2+}/Mg و H_3O^+/H_2 .

(2) أنشئ جدول التقدّم واحسب قيمة التقدّم الأعظمي .

(3) نمثل بيانياً في الشكل 1 - حجم غاز الهيدروجين المنطلق بدلالة الزمن



$$V_{H_2} = f(t)$$

(أ) بين أن هذا التفاعل تام .

(ب) بين أن السرعة الحجمية للتفاعل تُكتب بالشكل :

$$v_{vol} = \frac{1}{V_M \times V} \times \frac{dV_{H_2}}{dt}$$

ii. في تجربة أخرى ، أخذنا من محلول حمض كلور الهيدروجين

السابق حجماً $V_0 = 10mL$ وأضفنا له $190mL$ من الماء

المقطر ووضعنا في المحلول الذي حصلنا عليه نفس قطعة

المغنيزيوم السابقة ($0,12g$) استعملنا جهاز قياس الناقلية

لمتابعة تطور التفاعل .

(1) باستعمال جدول التقدّم ، بين أن الناقلية النوعية في اللحظة

t تُكتب بدلالة التقدّم بالشكل $\sigma = 1,06 - 297 x$.

(2) احسب قيمة الناقلية النوعية للمزيج في نهاية التفاعل .

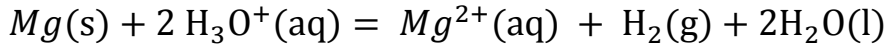
الكتلة الذرية المولية للمغنيزيوم : $M = 24g/mol$ ، الحجم المولي للغازات $V_M = 24L/mole$

$$\lambda(Cl_{(aq)}^-) = 7,6 \times 10^{-3} sm^2/mol \quad , \quad \lambda(H_3O_{(aq)}^+) = 35 \times 10^{-3} sm^2/mol$$

$$\lambda(Mg_{(aq)}^{2+}) = 10,6 \times 10^{-3} sm^2/mol$$

التمرين (11)

لدراسة سرعة تشكل شاردة المغنيزيوم $Mg^{2+}(aq)$ تجري تفاعل لمحلول حمض كلور الماء مع معدن المغنيزيوم فينتج غاز ثنائي الهيدروجين وتتشكل شوارد Mg^{2+} وفق المعادلة :



عند اللحظة $t = 0$ نضع $1g$ من المغنيزيوم الصلب في حجم $V = 30mL$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه $C = 0,10mol/L$.

(1) أ - حدد الثنائيتين (Ox / Red) الداخلتين في التفاعل مع كتابة المعادلتين النصفيتين .

ب - هل التفاعل الحادث ستيكيومتري؟

ج - أنجز جدول تقدم التفاعل ، وأستنتج المتفاعل المحد .

د - أستنتج تركيز شاردة Mg^{2+} عند نهاية التفاعل .

(2) بمتابعة تطور تركيز شاردة $H_3O^+(aq)$ خلال الزمن

واستنتاج التركيز المولي لشاردة Mg^{2+} نحصل على البيان

الذي يمثل تغيرات $[Mg^{2+}]$ بدلالة الزمن t والموضح في (الشكل - 1)

أ - هل ينتهي التفاعل عند $t = 12 min$.

ب - عرف زمن نصف التفاعل وأحسب قيمته .

ج - أحسب التركيب المولي للوسط التفاعلي عند $t = 2 min$.

د - اعتمادا على البيان استنتج السرعة الحجمية لتشكل Mg^{2+} عند اللحظة $t = 0$.

ه - ارسم الشكل التقريبي للمنحنى إذا وضعنا في البداية في $1g$ من المغنيزيوم الصلب في حجم $V = 30 mL$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه $C = 0.30 mol/L$.

-ماهو العامل الحركي الذي أثر على سرعة التفاعل في هذه الحالة ؟

-وماهو العامل الحركي الأخر الذي يمكن أن يؤثر على سرعة التفاعل ؟

$$M_{Mg} = 24g/mol$$

التمرين (12)

نمذج تفاعل كيميائي بالمعادلة التالية:



(1) مثلنا في الشكل -1 كميتي مادة المتفاعلين A و B بدلالة التقدّم

x .

أ) عيّن المتفاعل المحد .

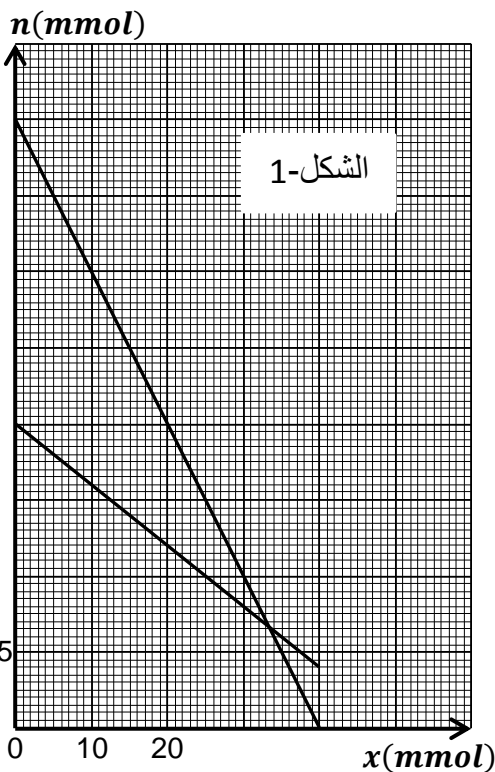
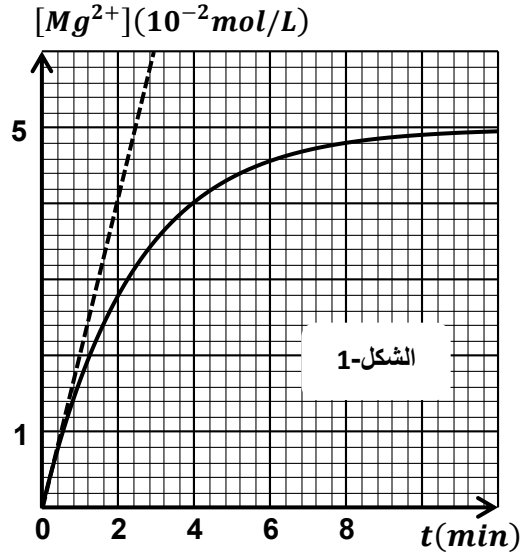
ب) أنشئ جدول التقدّم ، ثم احسب قيمتي a و b .

ج) احسب كمية مادة شوارد المنغنيز عند اللحظة $t = t_{1/2}$.

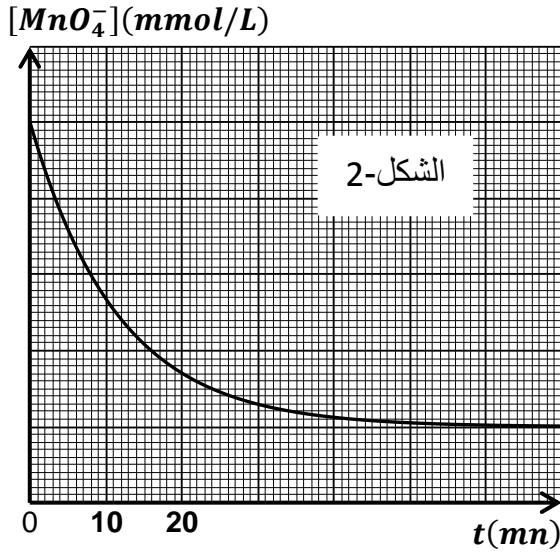
(2) المتفاعلان A و B هما على التوالي : البروبان 2 - أول ،

صيغته المجملية (C_3H_8O) وهو سائل كتلته الحجمية

$\rho = 0,78kg/L$ ، و شاردة البرمنغنات (MnO_4^-) يتشكل



المزيج المتفاعل من حجم V_1 من البروبان 2 - أول و حجم $V_2 = 100\text{mL}$ من محلول برمنغنات البوتاسيوم تركيزه المولي C . مثلنا في الشكل 2- تغيرات التركيز المولي لشاردة البرمنغنات بدلالة الزمن.



أ) احسب قيمتي V_1 و C .
 ب) اعتمادا على جدول التقدم بين أن
 $[MnO_4^-]_0 + [MnO_4^-]_\infty = 2[MnO_4^-]_{t_{1/2}}$
 ثم حدّد زمن نصف التفاعل.

ج) بيّن أن السرعة الحجمية للتفاعل تكتب بالشكل :

$$v_{vol} = -\frac{1}{2} \frac{d[MnO_4^-]}{dt}$$

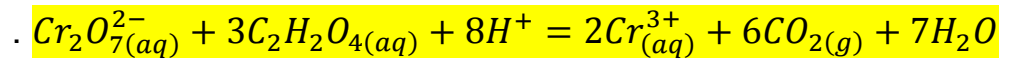
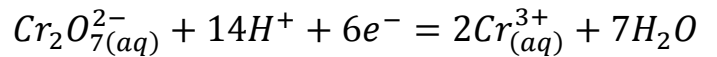
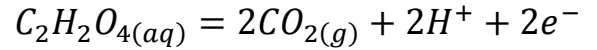
احسب قيمتها عند اللحظة $t = 60\text{mn}$.

$$M(H) = 1\text{g/mol}, M(O) = 16\text{g/mol}, M(C) = 12\text{g/mol}$$

الحلول

التمرين (1)

1) كتابة المعادلة المعبرة عن التفاعل أكسدة- إرجاع النمذج للتحويل الكيميائي الحادث .



2) جدول تقدم التفاعل .

	$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 3C_2H_2O_4(aq) + 8H^+ = 2Cr^{3+}(aq) + 6CO_2(g) + 7H_2O$					
$t = 0$	C_1V_1	C_2V_2	بوفرة	0	0	بوفرة
t	$C_1V_1 - x$	$C_2V_2 - 3x$	بوفرة	$2x$	$6x$	بوفرة
t_f	$C_1V_1 - x_m$	$C_2V_2 - 3x_m$	بوفرة	$2x_m$	$6x_m$	بوفرة

3) أوجد من البيان :

أ) سرعة تشكل شوارد $Cr^{3+}(aq)$ في اللحظة $t = 20\text{min}$.

من جدول التقدم $n(Cr^{3+}) = 2x$.

من قانون الغاز المثالي $P \cdot V_{CO_2} = n_{CO_2} \cdot R \cdot T$.

$$. n_{CO_2} = 6x \text{ ومن جدول التقدم } . n_{CO_2} = \frac{P.V_{CO_2}}{R.T}$$

$$. x = \frac{P.V_{CO_2}}{6R.T} \text{ ومنه } 6x = \frac{P.V_{CO_2}}{R.T}$$

$$. v_{Cr^{3+}_{(aq)}} = \frac{dn(Cr^{3+}_{(aq)})}{dt} \text{ لدينا}$$

$$v_{Cr^{3+}_{(aq)}} = \frac{dn(Cr^{3+}_{(aq)})}{dt} = \frac{d2x}{dt} = 2 \frac{dx}{dt}$$

$$. v_{Cr^{3+}_{(aq)}} = 2 \frac{dx}{dt} = 2 \frac{d\left(\frac{P.V_{CO_2}}{6R.T}\right)}{dt} = \frac{P}{3R.T} \frac{dV_{CO_2}}{dt}$$

$$. v_{Cr^{3+}_{(aq)}} = \frac{P}{3R.T} \frac{dV_{CO_2}}{dt}$$

$$v_{Cr^{3+}_{(aq)}}(20min) = \frac{P}{3R.T} \left(\frac{dV_{CO_2}}{dt}\right)_{t=20min} = \frac{1,013 \times 10^5}{3 \times 8,31 \times 293} \left(\frac{(500-340) \times 10^{-6}}{20}\right)$$

$$. v_{Cr^{3+}_{(aq)}}(20min) = \frac{1,013 \times 10^5}{7304,49} \left(\frac{160 \times 10^{-6}}{20}\right) = 1,1 \times 10^{-3} \text{ mol/min.}$$

(ب) استنتاج السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $t = 20min$

$$n(Cr^{3+}_{(aq)}) = 2x \text{ ولدينا } v_{vol} = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt}$$

$$. v_{vol} = \frac{1}{2V_T} \frac{dn(Cr^{3+}_{(aq)})}{dt} \text{ ومنه } x = \frac{n(Cr^{3+}_{(aq)})}{2}$$

$$. v_{vol} = \frac{1}{2V_T} v_{Cr^{3+}_{(aq)}} = \frac{1}{2 \times 100 \times 10^{-3}} \times 1,1 \times 10^{-3} = 5,5 \times 10^{-3} \text{ mol. min}^{-1}. L^{-1}$$

(ج) التقدم الأعظمي x_m

$$. x_m = \frac{P.V_f(CO_2)}{6R.T} \text{ وبالتالي } x = \frac{P.V_{CO_2}}{6R.T} \text{ لدينا}$$

$$. x_m = \frac{1,013 \times 10^5 \times 576 \times 10^{-6}}{6 \times 8,31 \times 293} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

(د) زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$

$$. V_{CO_2} = \frac{6R.T.x}{P} \text{ وبالتالي } x = \frac{P.V_{CO_2}}{6R.T}$$

$$. V_{CO_2}(t_{1/2}) = \frac{6R.T.\left(\frac{x_m}{2}\right)}{P} = \frac{3R.T.x_m}{P}$$

$$V_{CO_2}(t_{1/2}) = \frac{3 \times 8,31 \times 293 \times 4 \times 10^{-3}}{1,013 \times 10^5} = 288,43 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$. t_{1/2} \text{ تقابلها من البيان } V_{CO_2}(t_{1/2}) = 288,43 \text{ mL}$$

$$. t_{1/2} = 7 \text{ min}$$

(4) أوجد التركيز المولي لمحلول حمض الاكساليك C_2

$$n_f(Cr_2O_7^{2-}(aq)) = C_1V_1 - x_m = 0,2 \times 40 \times 10^{-3} - 4 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3} mol$$

. $C_2V_2 - 3x_m = 0$ معناه $C_2H_2O_4(aq)$ هو المتفاعل المحد وبالتالي

$$C_2 = \frac{3x_m}{V_2} = \frac{12 \times 10^{-3}}{60 \times 10^{-3}} = 0,2 mol/L$$

(5) التركيب المولي للمزيج في اللحظة $t = 10 min$

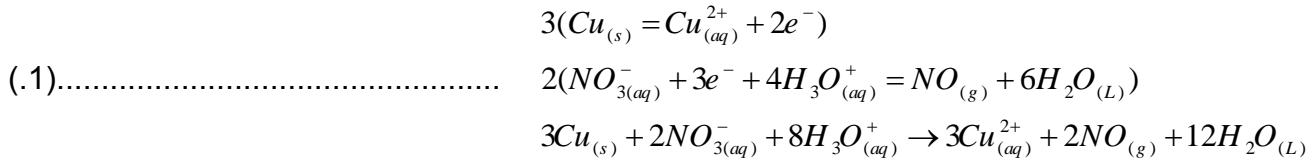
عند اللحظة $t = 10 min$ يكون $V_{CO_2} = 360 mL$

$$x = \frac{P.V_{CO_2}}{6R.T} = \frac{1,013 \times 10^5 \times 360 \times 10^{-6}}{6 \times 8,31 \times 293} = 2,5 \times 10^{-3} mol$$

$n(Cr_2O_7^{2-}(aq))$	$n(C_2H_2O_4(aq))$	$n(Cr_{(aq)}^{3+})$	$n(CO_2)$
$6,5 \times 10^{-3} mol$	$4,5 \times 10^{-3} mol$	$5 \times 10^{-3} mol$	$15 \times 10^{-3} mol$

التمرين (2)

-/ أ- التأكد من المعادلة :



ب-/ حساب كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات

$$n(Cu) = \frac{m}{M} \rightarrow n(Cu) = 0.3 mol$$

$$n(NO_3^-) = CV \rightarrow n(NO_3^-) = 0.1 mol$$

ج-/ جدول التقدم :

المعادلة	$3Cu_{(s)} + 2NO_3^-(aq) + 8H_3O^+(aq) \rightarrow 3Cu_{(aq)}^{2+} + 2NO_{(g)} + 12H_2O_{(L)}$					
$t = 0$	0.3	0.1		0	0	زيادة
t	$0.3 - 3X$	$0.1 - 2X$		$3X$	$2X$	زيادة
t_f	$0.3 - 3X_f$	$0.1 - 2X_f$		$3X_f$	$2X_f$	زيادة

د/ المتفاعل المحد:

$$.0.3 - 3x_1 = 0 \rightarrow x_1 = 0.1 mol$$



$$\dots\dots 0.1 - 2x_2 = 0 \rightarrow x_2 = 0.05 \text{ mol} \rightarrow \boxed{x_{\max} = 0.05 \text{ mol}}$$

وعليه فان (NO_3^-) هو المتفاعل المحد .

2-أ/حساب الحجم المولي للغازات في شروط التجربة:

$$.PV = nRT \rightarrow V = 0.024 \text{ m}^3 \rightarrow \boxed{V = 24 \text{ L} / \text{mol}}$$

ب/ العلاقة بين التقدم (x) وحجم الغاز (V_{NO})

من الجدول لدينا $n = 2x$..

$$. \text{ولدينا } n = \frac{V_{\text{NO}}}{V_M}$$

$$x = \frac{V_{\text{NO}}}{2V_M} \rightarrow \boxed{x = 0.02V_{\text{NO}}}$$

3-أ/ سرعة التفاعل :

$$(0.25) \quad v = \frac{dx}{dt}$$

$$v = 0.02 \frac{dV}{dt} \text{ ومنه}$$

$$v = 0.02 \left(\frac{2,1 - 1.5}{20 - 0} \right)$$

$$.. v = 6 \times 10^{-4} \text{ mol} / \text{s} \text{ ومنه}$$

ب/ التركيب المولي للمزيج:

$$\text{لدينا : } x = 0.02V$$

ومن المنحنى نجد أن $V = 2.1 \text{ L}$.

وعليه فان $x = 0.042 \text{ mol}$.

0.25x4

وبالتعويض في جدول التقدم في الحالة الوسطية نجد

ح. الانتقالية	$0.3 - 3x$	$0.1 - 2x$	$2x$	$3x$
$t = 20 \text{ s}$	0.174 mol	0.016 mol	0.084 mol	0,126 mol

ج/ عبارة الناقلية:

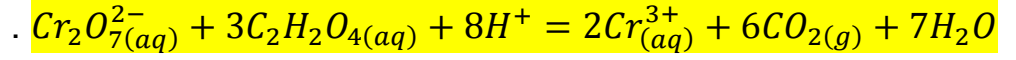
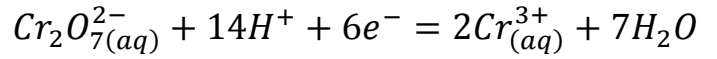
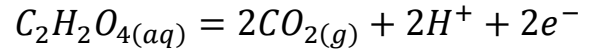
$$\text{ومنه } \sigma = C. \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + (3x)/V \lambda_{\text{Cu}^{+2}} + (0.1-2x)/V. \lambda_{\text{NO}_3^-} \text{ ومنه } \sigma = [\text{H}^+] \lambda_{\text{H}^+} + [\text{NO}_3^-] \lambda_{\text{NO}_3^-} + [\text{Cu}^{+2}] \lambda_{\text{Cu}^{+2}}$$

$$\sigma = 42.14 + 169.2x$$

التمرين (3)



(6) كتابة المعادلة المعبرة عن التفاعل أكسدة- إرجاع النمذج للتحويل الكيميائي الحادث .



(7) جدول تقدم التفاعل .

	$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 3C_2H_2O_4(aq) + 8H^+ = 2Cr_{(aq)}^{3+} + 6CO_2(g) + 7H_2O$					
$t = 0$	C_1V_1	C_2V_2	بوفرة	0	0	بوفرة
t	$C_1V_1 - x$	$C_2V_2 - 3x$	بوفرة	$2x$	$6x$	بوفرة
t_f	$C_1V_1 - x_m$	$C_2V_2 - 3x_m$	بوفرة	$2x_m$	$6x_m$	بوفرة

(8) أوجد من البيان :

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

من جدول التقدم $n(Cr_{(aq)}^{3+}) = 2x$.

من قانون الغاز المثالي $P \cdot V_{CO_2} = n_{CO_2} \cdot R \cdot T$.

$$n_{CO_2} = 6x \text{ ومن جدول التقدم } n_{CO_2} = \frac{P \cdot V_{CO_2}}{R \cdot T}$$

$$x = \frac{P \cdot V_{CO_2}}{6RT} \text{ ومنه } 6x = \frac{P \cdot V_{CO_2}}{R \cdot T}$$

$$v_{Cr_{(aq)}^{3+}} = \frac{dn(Cr_{(aq)}^{3+})}{dt} \text{ لدينا}$$

$$v_{Cr_{(aq)}^{3+}} = \frac{dn(Cr_{(aq)}^{3+})}{dt} = \frac{d2x}{dt} = 2 \frac{dx}{dt}$$

$$v_{Cr_{(aq)}^{3+}} = 2 \frac{dx}{dt} = 2 \frac{d\left(\frac{P \cdot V_{CO_2}}{6RT}\right)}{dt} = \frac{P}{3RT} \frac{dV_{CO_2}}{dt}$$

$$v_{Cr_{(aq)}^{3+}} = \frac{P}{3RT} \frac{dV_{CO_2}}{dt}$$

$$v_{Cr_{(aq)}^{3+}}(20min) = \frac{P}{3RT} \left(\frac{dV_{CO_2}}{dt}\right)_{t=20min} = \frac{1,013 \times 10^5}{3 \times 8,31 \times 293} \left(\frac{(500-340) \times 10^{-6}}{20}\right)$$

$$v_{Cr_{(aq)}^{3+}}(20min) = \frac{1,013 \times 10^5}{7304,49} \left(\frac{160 \times 10^{-6}}{20}\right) = 1,1 \times 10^{-3} mol/min.$$

و) استنتاج السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $t = 20min$

$$n(Cr_{(aq)}^{3+}) = 2x \text{ ولدينا } v_{vol} = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt}$$

$$v_{vol} = \frac{1}{2V_T} \frac{dn(Cr_{(aq)}^{3+})}{dt} \text{ ومنه } x = \frac{n(Cr_{(aq)}^{3+})}{2}$$

$$v_{vol} = \frac{1}{2V_T} v_{Cr_{(aq)}^{3+}} = \frac{1}{2 \times 100 \times 10^{-3}} \times 1,1 \times 10^{-3} = 5,5 \times 10^{-3} mol \cdot min^{-1} \cdot L^{-1}$$

(ز) التقدم الأعظمي x_m .

$$x_m = \frac{P \cdot V_f(CO_2)}{6R \cdot T} \text{ وبالتالي } x = \frac{P \cdot V_{CO_2}}{6R \cdot T} \text{ لدينا}$$

$$x_m = \frac{1,013 \times 10^5 \times 576 \times 10^{-6}}{6 \times 8,31 \times 293} = 4 \times 10^{-3} mol$$

(ح) زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

$$V_{CO_2} = \frac{6R \cdot T \cdot x}{P} \text{ وبالتالي } x = \frac{P \cdot V_{CO_2}}{6R \cdot T}$$

$$V_{CO_2}(t_{1/2}) = \frac{6R \cdot T \cdot \left(\frac{x_m}{2}\right)}{P} = \frac{3R \cdot T \cdot x_m}{P}$$

$$V_{CO_2}(t_{1/2}) = \frac{3 \times 8,31 \times 293 \times 4 \times 10^{-3}}{1,013 \times 10^5} = 288,43 \times 10^{-6} m^3$$

$$t_{1/2} \text{ تقابلها من البيان } V_{CO_2}(t_{1/2}) = 288,43 mL$$

$$t_{1/2} = 7 min$$

(9) أوجد التركيز المولي لمحلول حمض الاكساليك C_2 .

$$n_f(Cr_2O_7^{2-}(aq)) = C_1 V_1 - x_m = 0,2 \times 40 \times 10^{-3} - 4 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3} mol$$

معناه $C_2 H_2 O_4(aq)$ هو المتفاعل المحد وبالتالي $C_2 V_2 - 3x_m = 0$

$$C_2 = \frac{3x_m}{V_2} = \frac{12 \times 10^{-3}}{60 \times 10^{-3}} = 0,2 mol/L$$

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

عند اللحظة $t = 10 min$ يكون $V_{CO_2} = 360 mL$

$$x = \frac{P \cdot V_{CO_2}}{6R \cdot T} = \frac{1,013 \times 10^5 \times 360 \times 10^{-6}}{6 \times 8,31 \times 293} = 2,5 \times 10^{-3} mol$$

$n(Cr_2O_7^{2-}(aq))$	$n(C_2H_2O_4(aq))$	$n(Cr_{(aq)}^{3+})$	$n(CO_2)$
$6,5 \times 10^{-3} mol$	$4,5 \times 10^{-3} mol$	$5 \times 10^{-3} mol$	$15 \times 10^{-3} mol$

التمرين (4)

(1) جدول تقدم التفاعل.

	$S_2O_8^{2-}(aq) + 2I_{(aq)}^- = I_2(aq) + 2SO_4^{2-}(aq)$			
$t = 0$	$C_2 V_2$	$C_1 V_1$	0	0
t	$C_2 V_2 - x$	$C_1 V_1 - 2x$	x	$2x$
t_f	$C_2 V_2 - x_m$	$C_1 V_1 - 2x_m$	x_m	$2x_m$

(2) حساب قيمة التقدم الأعظمي x_m .

من جدول التقدم نلاحظ أن $[I_2]_f = \frac{x_m}{V_1+V_2}$

من البيان $[I_2]_f = 50 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

$$x_m = [I_2]_f (V_1 + V_2)$$

$$x_m = 50 \times 10^{-3} \times 200 \times 10^{-3} = 10^{-2} \text{ mol}$$

$$x_m = 10^{-2} \text{ mol}$$

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

$$n_1 = 150 \times 10^{-3} \times 200 \times 10^{-3} = 3 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_3 = 50 \times 10^{-3} \times 200 \times 10^{-3} = 10^{-2} \text{ mol}$$

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

البيان (3) يوافق المتفاعل المحدد .

$$n(S_2O_8^{2-}) = C_2 V_2 - x_m = 10^{-2} - 10^{-2} = 0$$

ومنه البيان (3) يوافق المتفاعل $S_2O_8^{2-}$.

(5) حساب قيمة كل من C_1 و C_2 .

$$C_1 V_1 - 2x_m = 10^{-2}$$

$$C_1 = \frac{3 \times 10^{-2}}{0,1} = 0,3 \text{ mol/L} \quad \text{ومنه} \quad C_1 \times 0,1 - 2 \times 10^{-2} = 10^{-2}$$

$$C_2 = 0,1 \text{ mol/L} \quad \text{وبالتالي} \quad C_2 = \frac{x_m}{V_2} \quad \text{ومنه} \quad C_2 V_2 - x_m = 0$$

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

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

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{V_T}{2} \frac{d[I^-]}{dt} \quad \text{ومنه} \quad \frac{d[I^-]}{dt} = -\frac{2}{V_T} \frac{dx}{dt} \quad \text{وبالاشتقاق نجد} \quad [I^-] = \frac{C_1 V_1 - 2x}{V_T}$$

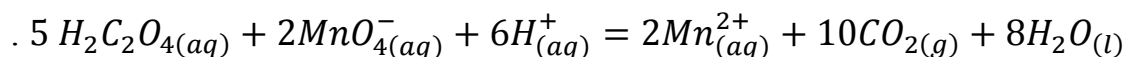
$$v_{vol} = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V_T} \left(-\frac{V_T}{2} \frac{d[I^-]}{dt} \right) = -\frac{1}{2} \frac{d[I^-]}{dt}$$

$$v_{vol} = -\frac{1}{2} \frac{d[I^-]}{dt} \quad \text{ومنه}$$

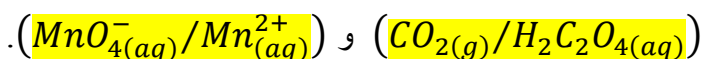
$$v_{vol}(0) = -\frac{1}{2} \left(\frac{d[I^-]}{dt} \right)_{t=0} = -\frac{1}{2} \left(\frac{80-150}{8} \right) = 4,37 \text{ mmol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$v_{vol}(0) = 4,37 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

التمرين (5)



(1) الثنائيتان Ox/Red الداخلتان في التفاعل .



(2) جدول تقدم التفاعل .

$$n_0(H_2C_2O_4(aq)) = C_2V_2 = 0,1 \times 0,5 = 0,05mol$$

$$n_0(MnO_4^-(aq)) = C_1V_1 = 0,06 \times 0,5 = 0,03mol$$

	$5 H_2C_2O_4(aq) + 2MnO_4^-(aq) + 6H^+(aq) = 2Mn^{2+}(aq) + 10CO_2(g) + 8H_2O(l)$					
	0,05	0,03	بوفرة	0	0	بوفرة
	$0,05 - 5x$	$0,03 - 2x$	بوفرة	$2x$	$10x$	بوفرة
	$0,05 - 5x_m$	$0,03 - 2x_m$	بوفرة	$2x_m$	$10x_m$	بوفرة

(3) هل المزيج الابتدائي ستكيومتري ؟

$$\frac{n_0(H_2C_2O_4(aq))}{5} = \frac{0,05}{5} = 0,01$$

$$\frac{n_0(MnO_4^-(aq))}{2} = \frac{0,03}{2} = 0,015$$

$$\frac{n_0(H_2C_2O_4(aq))}{5} \neq \frac{n_0(MnO_4^-(aq))}{2}$$

ومنه المزيج الابتدائي ليس ستكيومتري .

(4) بين أنه في أي لحظة t : $[CO_2] = 0,15 - 5[MnO_4^-]$

من جدول التقدم .

$$(1) \dots\dots [MnO_4^-] = \frac{0,03-2x}{1} = 0,03 - 2x$$

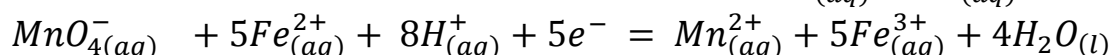
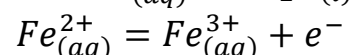
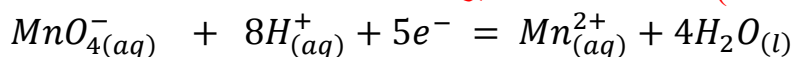
$$(2) \dots\dots [CO_2] = \frac{10x}{1} = 10x$$

من (1) نجد $x = \frac{0,03-[MnO_4^-]}{2}$ نعوض في (2) .

$$[CO_2] = 10x = 10 \left(\frac{0,03-[MnO_4^-]}{2} \right)$$

ومنه $[CO_2] = 0,15 - 5[MnO_4^-]$

(5) 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 $[MnO_4^-]$

عند التكافؤ يكون المزيج ستكيومتري .

$$n(MnO_4^-(aq)) = \frac{n_E(Fe^{2+}(aq))}{5}$$

$$[MnO_4^-]V_0 = \frac{CV_E}{5}$$

$$V_E = \frac{5[MnO_4^-]V_0}{c}$$

(7) قسنا حجم التكافؤ خلال أزمنة مختلفة t ثم رسم المنحنى $V_E = f(t)$ الشكل-3
 أ) حساب السرعة الحجمية لتشكل CO_2 عند اللحظة $t = 90s$.

لدين العلاقة $[CO_2] = 0,15 - 5[MnO_4^-]$

$$\frac{d[CO_2]}{dt} = -5 \frac{d[MnO_4^-]}{dt}$$

ولدينا العلاقة $V_E = \frac{5[MnO_4^-]V_0}{c}$

$$\frac{d[MnO_4^-]}{dt} = \frac{c}{5V_0} \frac{dV_E}{dt} \text{ ومنه } \frac{dV_E}{dt} = \frac{5V_0}{c} \frac{d[MnO_4^-]}{dt}$$

$$v_{vol} = \frac{d[CO_2]}{dt} = -5 \frac{d[MnO_4^-]}{dt} = -5 \frac{c}{5V_0} \frac{dV_E}{dt}$$

$$v_{vol} = \frac{d[CO_2]}{dt} = -\frac{c}{V_0} \frac{dV_E}{dt}$$

$$v_{vol} = -\frac{0,25}{0,01} \left(\frac{-2,1 \times 10^{-3}}{90} \right) = 5,83 \times 10^{-4} \text{ mol/s.L}$$

ب) السرعة الحجمية لتشكل $Mn^{2+}_{(aq)}$ عند اللحظة $t = 90s$.

$$v_{vol}(Mn^{2+}_{(aq)}) = \frac{v_{vol}(CO_2)}{5} \text{ ومنه } \frac{v_{vol}(CO_2)}{10} = \frac{v_{vol}(Mn^{2+}_{(aq)})}{2}$$

$$v_{vol}(Mn^{2+}_{(aq)}) = \frac{5,83 \times 10^{-4}}{5} = 1,16 \times 10^{-4} \text{ mol/s.L}$$

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

زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ هو الزمن اللازم لبلوغ تقدم التفاعل نصف تقدمه النهائي.

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

$$x_m = 0,01 \text{ mol ومنه } 0,05 - 5x_m = 0$$

$$[MnO_4^-]_{t_{1/2}} = 0,03 - 2 \frac{x_m}{2} = 0,02 \text{ mol/L}$$

$$V_E(t_{1/2}) = \frac{5[MnO_4^-]_{t_{1/2}} V_0}{c} = \frac{5 \times 0,02 \times 10}{0,25} = 4 \text{ mL}$$

من البيان

$$t_{1/2} = 54s$$

التمرين (6)

(1) كيف يمكن التأكد تجريبيا بأن التفاعل بطيء؟

وذلك ظهور اللون البني ل I_2 تدريجيا أو نضيف قطرات من محلول التيودان.

(2) الثنائيتين Ox/Red المتدخلتين في هذا التفاعل.

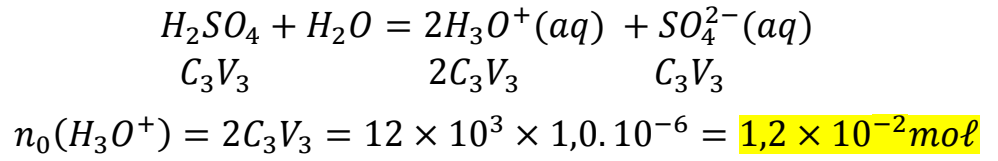
$$(I_2/I^-) \text{ و } (H_2O_2/H_2O)$$

(3) تحقق أن $n_0(H_2O_2) = 2,8 \times 10^{-3} \text{ mol}$ و $n_0(I^-) = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$

$$n_0(H_3O^+) = 6 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_0(H_2O_2) = C_1 V_1 = 56 \times 5,0 \cdot 10^{-5} = 2,8 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_0(I^-) = C_2V_2 = 2 \times 10^2 \times 5,0 \cdot 10^{-5} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$



(4) جدول تقدم التفاعل الكيميائي ثم تحديد التقدم الأعظمي x_{max} .

	$H_2O_2(aq) + 2I^-(aq) + 2H_3O^+(aq) = I_2(aq) + 4H_2O(l)$				
$t = 0$	C_1V_1	C_2V_2	$2C_3V_3$	0	زيادة
t	$C_1V_1 - x$	$C_2V_2 - 2x$	$2C_3V_3 - 2x$	x	زيادة
t_f	$C_1V_1 - x_m$	$C_2V_2 - 2x_m$	$2C_3V_3 - 2x_m$	x_m	زيادة

التفاعل المحد هو (H_2O_2) وبالتالي $C_1V_1 - x_m = 0$ ومنه $x_m = 2,8 \times 10^{-3} \text{ mol}$.

(5) باستغلال جدول التقدم بين أن الناقلية النوعية في المزيج عند اللحظة t تحقق العلاقة $\sigma = 4,02 - 845x$ حيث x تقدم التفاعل بالمول (mol). σ الناقلية النوعية (S/m).

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 = 5,0 \cdot 10^{-5} + 5,0 \cdot 10^{-5} + 1,0 \cdot 10^{-6} = 10,1 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\sigma = \lambda_{I^-}[I^-] + \lambda_{H_3O^+}[H_3O^+] + \lambda_{K^+}[K^+] + \lambda_{SO_4^{2-}}[SO_4^{2-}]$$

$$\sigma =$$

$$7,68 \times 10^{-3} \left(\frac{10^{-2} - 2x}{10,1 \times 10^{-5}} \right) + 35 \times 10^{-3} \left(\frac{1,2 \times 10^{-2} - 2x}{10,1 \times 10^{-5}} \right) + 7,35 \times 10^{-3} \left(\frac{10^{-2}}{10,1 \times 10^{-5}} \right) + 8 \times 10^{-3} \left(\frac{6 \times 10^{-3}}{10,1 \times 10^{-5}} \right)$$

$$\sigma = 6,1 - 845x$$

(6) استنتاج σ_f الناقلية النوعية في نهاية التحول.

$$\sigma_f = 4,02 - 845x_m$$

$$\sigma_f = 6,1 - 845 \times 2,8 \times 10^{-3} = 3,734 \text{ S/m}$$

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

(أ) تحديد زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

$$\sigma_{t_{1/2}} = 6,1 - 845 \frac{x_m}{2}$$

$$\sigma_{t_{1/2}} = 6,1 - 845 \times \frac{2,8 \times 10^{-3}}{2}$$

$$\sigma_{t_{1/2}} = 4,917 \text{ S/m}$$

من البيان $t_{1/2} = 3min$.

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

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

لدينا $\sigma = 6,1 - 845x$.

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{1}{845V_T} \frac{d\sigma}{dt} \text{ ومنه } \frac{d\sigma}{dt} = -845 \frac{dx}{dt}$$

$$v_{vol} = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V_T} \left(-\frac{1}{845V_T} \frac{d\sigma}{dt} \right)$$

$$v_{vol} = -\frac{1}{845V_T} \frac{d\sigma}{dt} \text{ ومنه}$$

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

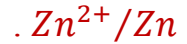
$$v_{vol} = -\frac{1}{845 \times 10,1 \times 10^{-5}} \left(\frac{-6,1}{13} \right) = 5,49 mol \cdot m^{-3} \cdot min^{-1}$$

التمرين (7)

(1) التأكيد تجريبيا من أن التفاعل بطيء.

اللون البني ل I_2 يزول تدريجيا .

(2) اكتب معادلة تفاعل الأكسدة و الا رجاع الحادث ثم ضع جدولاً لتقدم التفاعل . تعطي الثنائيتان I_2/I^- و



المعادلة النصفية للأكسدة : $Zn_{(s)} = Zn_{(aq)}^{2+} + 2e^-$.

المعادلة النصفية للارجاع : $I_{2(aq)} + 2e^- = 2I_{(aq)}^-$.

معادلة تفاعل الأكسدة و الا رجاع : $I_{2(aq)} + Zn_{(s)} = 2I_{(aq)}^- + Zn_{(aq)}^{2+}$.

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

	$I_{2(aq)} + Zn_{(s)} = 2I_{(aq)}^- + Zn_{(aq)}^{2+}$			
$t = 0$	C_0V	$\frac{m_0}{M_{Zn}}$	0	0
t	$C_0V - x$	$\frac{m_0}{M_{Zn}} - x$	$2x$	x
t_f	$C_0V - x_m$	$\frac{m_0}{M_{Zn}} - x_m$	$2x_m$	x_m

من جدول التقدم نجد (1) $n_{Zn} = \frac{m_0}{M_{Zn}} - x$.

وكذلك (2) $[I_2] = \frac{C_0V - x}{V}$.

من (2) نجد $x = C_0V - V[I_2]$ نعوض في (1) .

$$. n_{Zn} = \frac{m_0}{M_{Zn}} - (C_0V - V[I_2])$$

$$. n_{Zn} = V[I_2] + \frac{m_0}{M_{Zn}} - C_0V \text{ نجد}$$

(4) اعتمادا على الشكلين (1) و (2) اجب على الأسئلة التالية:
أ) استنتاج المتفاعل المحدد.

من البيان (1) نلاحظ أن $Zn(s)$ متفاعل بزيادة وبالتالي المتفاعل المحد هو $I_2(aq)$.

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

بيان الشكل (2) هو عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته من الشكل

$$. n_{Zn} = a[I_2] + b$$

حيث a ميل البيان .

$$. b = 0,02 \text{ حيث } . a = \frac{0,05-0,02}{0,15} = 0,2$$

$$. n_{Zn} = 0,2[I_2] + 0,02$$

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

$$. \frac{m_0}{M_{Zn}} - x_m = \frac{1,29}{M_{Zn}}$$

$$. m_0 = 4 \times 0,645 = 2,58g$$

$$. x_m = \frac{m_0}{M_{Zn}} - \frac{1,29}{M_{Zn}} = \frac{2,58}{65} - \frac{1,29}{65} = 1,98 \times 10^{-2} mol$$

$$. x_m = 1,98 \times 10^{-2} mol$$

$$n_{Zn} = V[I_2] + \frac{m_0}{M_{Zn}} - C_0V \dots (1)$$

$$. n_{Zn} = 0,2[I_2] + 0,02 \dots (2)$$

بالمطابقة بين (1) و (2) .

$$. V = 0,2L$$

$$. \frac{m_0}{M_{Zn}} - C_0V = 0,02$$

$$. 3,97 \times 10^{-2} - C_0V = 0,02$$

$$. C_0 = \frac{3,97 \times 10^{-2} - 0,02}{0,2} = 9,85 \times 10^{-2} mol/L$$

د) زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

$$. t_{1/2} \text{ تقابلها } \frac{2,58+1,29}{2} = 1,935g$$

$$. t_{1/2} = 22s$$

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

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

$$. n_{Zn} = \frac{m_0}{M_{Zn}} - x$$

$$. \frac{m_{Zn}}{M_{Zn}} = \frac{m_0}{M_{Zn}} - x$$

باشتقاق العبارة الأخيرة بالنسبة للزمن .

$$\frac{1}{M_{Zn}} \frac{dm_{Zn}}{dt} = 0 - \frac{dx}{dt}$$

$$. \frac{dx}{dt} = -\frac{1}{M_{Zn}} \frac{dm_{Zn}}{dt}$$

$$. v_{vol} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V} \left(-\frac{1}{M_{Zn}} \frac{dm_{Zn}}{dt} \right)$$

$$. v_{vol} = -\frac{1}{V.M_{Zn}} \times \frac{dm_{Zn}}{dt}$$

احسب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$.

$$v_{vol} = -\frac{1}{V.M_{Zn}} \times \left(\frac{dm_{Zn}}{dt} \right)_{t=0} = -\frac{1}{0,2 \times 65} \left(\frac{-2,58}{64} \right)$$

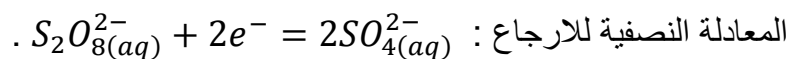
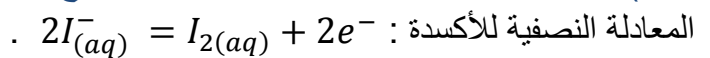
$$. v_{vol} = 3,1 \times 10^{-3} \text{ mol/L.s}$$

التمرين (8)

1) إذا علمت أن الثنائيتين الداخلتين في التحول الكيميائي الحاصل هما :



أ) أكتب معادلة تفاعل الأكسدة الإرجاعية المنمذج للتحول الكيميائي الحاصل .



	$S_2O_8^{2-}(aq) + 2I_{(aq)}^- = 2SO_4^{2-}(aq) + I_2(aq)$			
$t = 0$	C_1V_1	C_2V_2	0	0
t	$C_1V_1 - x$	$C_2V_2 - 2x$	$2x$	x
t_f	$C_1V_1 - x_m$	$C_2V_2 - 2x_m$	$2x_m$	x_m

(2) اعتمادا على البيان :

أ) استنتج التركيز المولي C_2 لمحلول يود البوتاسيوم .

من البيان نجد $n_0(I^-) = 2 \times 10^{-2} mol$

$n_0(I^-) = C_2V_2$ وبالتالي $C_2 = \frac{n_0(I^-)}{V_2}$

$$C_2 = \frac{2 \times 10^{-2}}{0,2} = 0,1 mol/L$$

ب) حدد المتفاعل المحدد علما أن التفاعل تام .

من البيان يظهر أن المتفاعل I^- هو متفاعل بزيادة وبالتالي المتفاعل المحدد هو $S_2O_8^{2-}(aq)$

ت) استنتج قيمة التقدم الأعظمي x_{max} .

$$C_2V_2 - 2x_m = 4 \times 10^{-3}$$

$$x_m = \frac{C_2V_2 - 4 \times 10^{-3}}{2} = \frac{2 \times 10^{-2} - 4 \times 10^{-3}}{2}$$

$$x_m = 8 \times 10^{-3} mol$$

(3) من البيان .

أ) استنتج قيمة سرعة اختفاء شوارد اليود ($I_{(aq)}^-$) عند اللحظة $t = 1 min$.

$$v_{I^-} = - \frac{dn_{I^-}}{dt}$$

$$v_{I^-}(1min) = - \left(\frac{dn_{I^-}}{dt} \right)_{t=1min} = - \left(\frac{-16 \times 10^{-3}}{2,8} \right)$$

$$v_{I^-}(1min) = 5,71 \times 10^{-3} mol \cdot min^{-1}$$

ب) أوجد قيمة الحجم الكلي V_T للوسط التفاعلي علما أن قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 1 min$ هي :

$$v_{vol} = 9,1 \times 10^{-3} mol \cdot L^{-1} \cdot min^{-1}$$

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

$$n_{I^-} = C_2V_2 - 2x$$



$$\cdot \frac{dn_{I^-}}{dt} = -2 \frac{dx}{dt}$$

$$\cdot v_{I^-} = -\frac{dn_{I^-}}{dt} = 2 \frac{dx}{dt}$$

$$\cdot \frac{dx}{dt} = \frac{v_{I^-}}{2}$$

$$\cdot v_{vol} = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V_T} \frac{v_{I^-}}{2} = \frac{v_{I^-}}{2V_T}$$

$$V_T = \frac{v_{I^-}}{2v_{vol}} = \frac{5,71 \times 10^{-3}}{2 \times 9,1 \times 10^{-3}} = 0,3L$$

$$\cdot V_T = 300mL$$

ت) استنتج قيمة الحجم V_1 لمحلول بيروكسودي كبريتات البوتاسيوم و تركيزه المولي C_1 .

$$\cdot V_1 = V_T - V_2 = 100mL$$

المتفاعل المحد هو $S_2O_8^{2-}(aq)$.

$$\cdot C_1 = \frac{x_m}{V_1} \text{ وبالتالي } C_1 V_1 - x_m = 0$$

$$\cdot C_1 = \frac{8 \times 10^{-3}}{0,1} = 8 \times 10^{-2} mol/L$$

4) عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ هو الزمن اللازم لبلوغ تقدم التفاعل نصف تقدمه النهائي.

$$\cdot x(t_{1/2}) = \frac{x_m}{2}$$

5) بين أن كمية مادة شوارد اليود عند اللحظة $t_{1/2}$ تعطى بالعلاقة: $n_{I^-}(t_{1/2}) = \frac{n_0(I^-) + n_f(I^-)}{2}$.

$$n_{I^-}(t) = C_2 V_2 - 2x(t)$$

$$n_{I^-}(t_{1/2}) = C_2 V_2 - 2x(t_{1/2})$$

$$n_{I^-}(t_{1/2}) = C_2 V_2 - 2 \frac{x_m}{2}$$

$$\cdot n_{I^-}(t_{1/2}) = \frac{2C_2 V_2 - 2x_m}{2} = \frac{C_2 V_2 + C_2 V_2 - 2x_m}{2}$$

$$\cdot n_{I^-}(t_{1/2}) = \frac{n_0(I^-) + n_f(I^-)}{2}$$

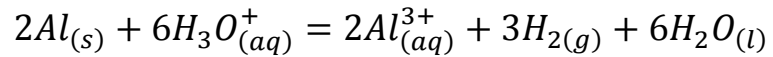
6) استنتج قيمة $t_{1/2}$.

$$\cdot n_{I^-}(t_{1/2}) = \frac{4+20}{2} = 12mmol$$

$$\cdot t_{1/2} = 0,75min$$



التمرين (9)



(1) تمثيل جدول تقدم التفاعل .

$$n_0(Al) = \frac{m}{M} = \frac{27 \times 10^{-3}}{27} = 10^{-3} mol$$

$$n_0(H_3O^+_{(aq)}) = CV = 0,012 \times 20 \times 10^{-3} = 2,4 \times 10^{-4} mol$$

	$2Al_{(s)} + 6H_3O^+_{(aq)} = 2Al^{3+}_{(aq)} + 3H_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$				
$t = 0$	10^{-3}	$2,4 \cdot 10^{-4}$	0	0	زيادة
t	$10^{-3} - 2x$	$2,4 \cdot 10^{-4} - 6x$	$2x$	$3x$	زيادة
t_f	$10^{-3} - 2x_f$	$2,4 \cdot 10^{-4} - 6x_f$	$2x_f$	$3x_f$	زيادة

(2) عبارة الناقلية النوعية $\sigma(t)$ للمزيج .

$$\sigma(t) = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+] + \lambda_{Al^{3+}} [Al^{3+}] + \lambda_{Cl^-} [Cl^-]$$

(3) بين أن : $\sigma(t) = -1,01 \times 10^4 x + 0,511$.

$$\sigma(t) = 35 \times 10^{-3} \left(\frac{2,4 \cdot 10^{-4} - 6x}{2 \times 10^{-5}} \right) + 4 \times 10^{-3} \left(\frac{2x}{2 \times 10^{-5}} \right) + 7,6 \times 10^{-3} \times 12$$

$$\sigma(t) = -1,01 \times 10^4 x + 0,511 \quad \text{نجد}$$

(4) كمية المادة لكل من : $H_3O^+_{(aq)}$ و $Al^{3+}_{(aq)}$ عند اللحظة $t = 6min$.

$$\sigma(6min) = 0,29 S/m \quad \text{من البيان عند } t = 6min \text{ يكون}$$

$$-1,01 \times 10^4 x + 0,511 = 0,29$$

$$. x = 2,2 \times 10^{-5} mol \quad \text{ومنه}$$

$$n(Al^{3+}_{(aq)}) = 2x = 2 \times 2,2 \times 10^{-5} = 4,4 \times 10^{-5} mol$$

$$n(H_3O^+_{(aq)}) = 2,4 \cdot 10^{-4} - 6 \times 2,2 \times 10^{-5} = 2,4 \cdot 10^{-4} - 6x = 1,08 \times 10^{-4} mol$$

$$v = -\frac{1}{1,01 \times 10^4} \times \frac{d\sigma}{dt} \quad \text{(5) بين أن سرعة التفاعل في هذه الحالة تعطى بالعلاقة :}$$

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

نشتق العبارة $\sigma(t) = -1,01 \times 10^4 x + 0,511$

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{1}{1,01 \times 10^4} \times \frac{d\sigma}{dt} \text{ وبالتالي } \frac{d\sigma}{dt} = -1,01 \times 10^4 \frac{dx}{dt}$$

$$v = -\frac{1}{1,01 \times 10^4} \times \frac{d\sigma}{dt} \text{ ومنه}$$

(6) قيمة سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 6 \text{ min}$

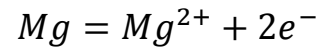
$$v = -\frac{1}{1,01 \times 10^4} \times \left(\frac{d\sigma}{dt} \right)_{t=6 \text{ min}} = -\frac{1}{1,01 \times 10^4} \times \left(-\frac{0,43}{18} \right)$$

$$v = 2,36 \times 10^{-6} \text{ mol/min}$$

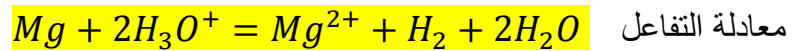
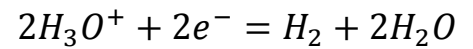
التمرين (10)

نضع قطعة من المغنيزيوم كتلتها $m = 0,12 \text{ g}$ في محلول حمض كلور الهيدروجين (H_3O^+ , Cl^-).

(1) معادلة التفاعل باستعمال الثنائيتين Mg^{2+}/Mg و $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2$. المعادلة النصفية للأكسدة.



المعادلة النصفية للارجاع.



(2) جدول التقدّم وحساب قيمة التقدّم الأعظمي.

$$n_0(\text{Mg}) = \frac{m}{M} = \frac{0,12}{24} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_0(\text{H}_3\text{O}^+) = CV = 0,5 \times 40 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

	$\text{Mg} + 2\text{H}_3\text{O}^+ = \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$				
$t = 0$	$5 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	0	0	زيادة
t	$5 \cdot 10^{-3} - x$	$2 \cdot 10^{-2} - 2x$	x	x	زيادة
t_f	$5 \cdot 10^{-3} - x_f$	$2 \cdot 10^{-2} - 2x_f$	x_f	x_f	زيادة

المتفاعل المحد هو Mg وبالتالي ($5 \cdot 10^{-3} - x_m = 0$) ومنه $x_m = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$.

(3) نمثل بيانيا في الشكل 1 - حجم غاز الهيدروجين المنطلق بدلالة الزمن $v_{\text{H}_2} = f(t)$.
(أ) نبيّن أن هذا التفاعل تام.

من جدول التقدم نلاحظ أن $n(H_2) = x$ ولدينا $n(H_2) = \frac{V_{H_2}}{V_M}$.

$$. x_f = \frac{V_f(H_2)}{V_M} \text{ وبالتالي } x = \frac{V_{H_2}}{V_M}$$

من البيان $V_f(H_2) = 120\text{mL}$

$$. x_f = \frac{120 \times 10^{-3}}{24} = 5 \times 10^{-3} \text{mol}$$

نلاحظ أن $x_f = x_m$ وبالتالي التفاعل تام .

ملاحظة : x_f قيمة تجريبية نستنتجها من البيان الذي حصلنا عليه من القيم الناتجة عن التجربة .

x_m قيمة نظرية نتحصل عليها من جدول التقدم والتي توافق استهلاك المتفاعل المحد .

(ب) نبيّن أن السرعة الحجمية للتفاعل تُكتب بالشكل $v_{\text{vol}} = \frac{1}{V_M \times V} \times \frac{dV_{H_2}}{dt}$ ، ثم حساب هذه السرعة عند $t = 0$

حسب تعريف السرعة الحجمية للتفاعل

$$. v_{\text{vol}} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} \text{ ولدينا } x = \frac{V_{H_2}}{V_M} \text{ باشتقاق طرفي هذه المعادلة نجد } \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V_M} \frac{dV_{H_2}}{dt}$$

$$. v_{\text{vol}} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V} \left(\frac{1}{V_M} \frac{dV_{H_2}}{dt} \right)$$

$$. v_{\text{vol}} = \frac{1}{V_M \times V} \times \frac{dV_{H_2}}{dt} \text{ ومنه}$$

$$v_{\text{vol}}(0) = \frac{1}{V_M \times V} \times \left(\frac{dV_{H_2}}{dt} \right)_{t=0} = \frac{1}{24 \times 40} \left(\frac{68}{50} \right) = 1,41 \times 10^{-3} \text{mol/s.L}$$

في تجربة أخرى ، أخذنا من محلول حمض كلور الهيدروجين السابق حجما $V_0 = 10\text{mL}$ وأضفنا له 190mL من الماء المقطر ووضعنا في المحلول الذي حصلنا عليه نفس قطعة المغنيزيوم السابقة ($0,12\text{g}$) استعمالنا جهاز قياس الناقلية لمتابعة تطور التفاعل.

(1) باستعمال جدول التقدم ، بيّن أن الناقلية النوعية في اللحظة t تُكتب بدلالة التقدم بالشكل

$$. \sigma = 1,06 - 297 x$$

جدول التقدم.

$$n_0(Mg) = \frac{m}{M} = \frac{0,12}{24} = 5 \times 10^{-3} \text{mol}$$

$$n_0(H_3O^+) = CV = 0,5 \times 10 \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-3} \text{mol}$$

	$Mg + 2H_3O^+ = Mg^{2+} + H_2 + 2H_2O$				
$t = 0$	$5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	0	0	زيادة
t	$5 \cdot 10^{-3} - x$	$5 \cdot 10^{-3} - 2x$	x	x	زيادة
t_f	$5 \cdot 10^{-3} - x_f$	$5 \cdot 10^{-3} - 2x_f$	x_f	x_f	زيادة

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

$$x_m = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad \text{دون أن ننسى أن } V_T = 200 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\sigma = 35 \times 10^{-3} \left(\frac{5 \cdot 10^{-3} - 2x}{2 \times 10^{-4}} \right) + 10,6 \times 10^{-3} \left(\frac{x}{2 \times 10^{-4}} \right) + 7,6 \times 10^{-3} \left(\frac{5 \cdot 10^{-3}}{2 \times 10^{-4}} \right)$$

$$\sigma = 0,875 - 350x + 53x + 0,19$$

$$\sigma = 1,065 - 297x$$

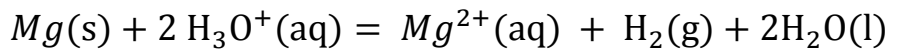
(2) حساب قيمة الناقلية النوعية للمزيج في نهاية التفاعل.

$$\sigma_f = 1,065 - 297x_f$$

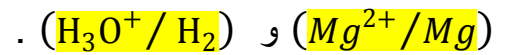
$$\sigma_f = 1,065 - 297 \times 2,5 \times 10^{-3} = 0,32 \text{ S/m}$$

التمرين (11)

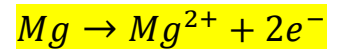
(1) دراسة سرعة تشكيل شاردة المغنيزيوم $Mg^{2+}(\text{aq})$



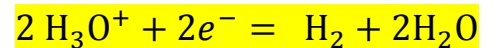
(أ) تحديد الثنائيتين (Ox / Red) الداخلتين في التفاعل مع كتابة المعادلتين النصفيتين.



المعادلة النصفية للأكسدة



المعادلة النصفية للإرجاع



(ب) هل التفاعل الحادث ستكيومتري.

$$n_0(Mg) = \frac{m}{M} = \frac{1}{24} = 4,16 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_0(H_3O^+) = CV = 0,1 \times 30 \times 10^{-3} = 3 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{n_0(Mg)}{1} = \frac{n_0(H_3O^+)}{2} \quad \text{حتى يكون المزيج ستكيومتري يجب ان تتحقق العلاقة}$$

$$\frac{n_0(H_3O^+)}{2} = \frac{3 \times 10^{-3}}{2} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{ومنه التفاعل الحادث ليس ستكيومتري.} \quad \frac{n_0(Mg)}{1} \neq \frac{n_0(H_3O^+)}{2}$$

(ج) أنجز جدول تقدم التفاعل ، وأستنتج المتفاعل المحد .



	$Mg(s) + 2 H_3O^+(aq) = Mg^{2+}(aq) + H_2(g) + 2H_2O(l)$				
$t = 0$	$4,16 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-3}$	0	0	زيادة
t	$4,16 \cdot 10^{-2} - x$	$3 \cdot 10^{-3} - 2x$	x	x	زيادة
t_f	$4,16 \cdot 10^{-2} - x_m$	$3 \cdot 10^{-3} - 2x_m$	x_m	x_m	زيادة

المتفاعل المحد هو H_3O^+ ومنه $3 \cdot 10^{-3} - 2x_m = 0$ ومنه $x_m = 1,5 \times 10^{-3} mol$

بمتابعة تطور تركيز شاردة $H_3O^+(aq)$ خلال الزمن واستنتاج التركيز المولي لشاردة Mg^{2+} نحصل على البيان الذي يمثل تغيرات $[Mg^{2+}]$ بدلالة الزمن t والموضح في (الشكل - 1).

(د) أستنتج تركيز شاردة Mg^{2+} عند نهاية التفاعل .

$$[Mg^{2+}]_f = \frac{x_m}{V} = \frac{1,5 \times 10^{-3}}{30 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^{-2} mol/L$$

هل ينتهي التفاعل عند $t = 12 min$.

من البيان $[Mg^{2+}]$ عند $t = 12 min$ أقل من $5 \times 10^{-2} mol/L$.

لا ينتهي التفاعل عند $t = 12 min$.

عرف زمن نصف التفاعل وأحسب قيمته .

زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$: هو الزمن اللازم لبلوغ التقدم x نصف تقدمه النهائي . $x(t_{1/2}) = \frac{x_m}{2}$.

$$[Mg^{2+}] = \frac{x}{V}$$

$$[Mg^{2+}]_{t_{1/2}} = \frac{x_m}{2V} = \frac{[Mg^{2+}]_f}{2}$$

من البيان $t_{1/2} = 1,7 min$.

حساب التركيب المولي للوسط التفاعلي عند $t = 2 min$.

عند $t = 2 min$ يكون $[Mg^{2+}] = 2,8 \times 10^{-2} mol/L$. من البيان .

$$[Mg^{2+}] = \frac{x}{V} \text{ ومنه } x = [Mg^{2+}] V$$

$$x = 2,8 \times 10^{-2} \times 30 \times 10^{-3} = 8,4 \times 10^{-4} mol$$

Mg	H_3O^+	Mg^{2+}	H_2
------	----------	-----------	-------



$$4,07 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$1,32 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$8,4 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

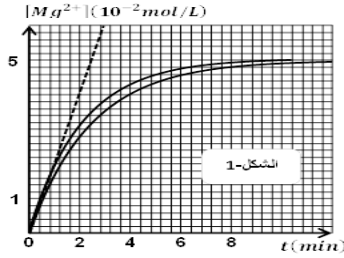
$$8,4 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

اعتمادا على البيان استنتج السرعة الحجمية لتشكل Mg^{2+} عند اللحظة $t = 0$.

$$v_{vol} = \frac{d[Mg^{2+}]}{dt}$$

$$v_{vol}(0) = \left(\frac{d[Mg^{2+}]}{dt} \right)_{t=0} = \frac{4 \times 10^{-2}}{2} = 2 \times 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{min.L}}$$

ارسم الشكل التقريبي للمنحني إذا وضعنا في البداية 1g من المغنزيوم الصلب في حجم $V = 30 \text{ mL}$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه $C = 0.30 \text{ mol/L}$.



ماهو العامل الحركي الذي أثر على سرعة التفاعل في هذه الحالة ؟ .

العامل الحركي الذي أثر على سرعة التفاعل في هذه الحالة هو زيادة تركيز أحد المتفاعلات .

ماهو العامل الحركي الآخر الذي يمكن أن يؤثر على سرعة التفاعل ؟ .

العامل الحركي الآخر الذي يمكن أن يؤثر على سرعة التفاعل هو درجة الحرارة .

التمرين (12)

(1) مثلنا في الشكل 1- كميتي مادة المتفاعلين A و B بدلالة التقدم x .
المتفاعل المحد هو المتفاعل (A) لأنه من خلال البيان نلاحظ أنه هو من ينتهي أولا .

جدول التقدم .

$$n_0(A) = 200 \text{ mmol}$$

$$n_0(B) = 100 \text{ mmol}$$

	$aA + bB + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 5C_3H_6O + 8H_2O$					
$t = 0$	0,2	0,1	زيادة	0	0	زيادة
t	$0,2 - ax$	$0,1 - bx$	زيادة	$2x$	$5x$	زيادة
t_f	$0,2 - ax_m$	$0,1 - bx_m$	زيادة	$2x_m$	$5x_m$	زيادة

حساب قيمتي a و b .

المتفاعل المحد هو المتفاعل (A) ومنه من البيان $x_m = 0,04 \text{ mol}$ وبالتالي $(0,2 - ax_m = 0)$.

$$a = \frac{0,2}{0,04} = 5$$

ومن البيان كمية المادة المتبقية من (B) هي $n_f(B) = 20 \text{ mmol}$

$$\text{ومنه } 0,1 - bx_m = 0,02$$

$$b = \frac{0,1-0,02}{0,04} = 2$$

تصبح المعادلة : $5C_3H_8O + 2MnO_4^- + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 5C_3H_6O + 8H_2O$

كمية مادة شوارد المنغنيز عند اللحظة $t = t_{1/2}$.

$$\text{يكون } x(t_{1/2}) = \frac{x_m}{2}$$

$$\text{. } n_{t_{1/2}}(Mn^{2+}) = 2 \frac{x_m}{2} = 0,04 \text{ mol}$$

المتفاعلات A و B هما على التوالي : البروبان 2 - أول ، صيغته المجرى (C₃H₈O) وهو سائل كتلته الحجمية $\rho = 0,78 \text{ kg/L}$ ، و شاردة البرمنغنات (MnO₄⁻) يتشكل المزيج المتفاعل من حجم V₁ من البروبان 2 - أول و حجم V₂ = 100mL من محلول برمنغنات البوتاسيوم تركيزه المولي C . مثلنا في الشكل 2- تغيرات التركيز المولي لشاردة البرمنغنات بدلالة الزمن . حساب قيمتي V₁ و C .

$$n_0(C_3H_8O) = 0,2 \text{ mol}$$

$$\text{. } m = n_0 M \text{ ومنه } n_0(C_3H_8O) = \frac{m}{M}$$

$$M = 36 + 8 + 16 = 60 \text{ g/mol}$$

$$m = 0,2 \times 60 = 12 \text{ g}$$

$$\text{. } V_1 = \frac{m}{\rho} = \frac{12 \times 10^{-3}}{0,78} = 15,4 \text{ mL} \text{ ومنه } \rho = \frac{m}{V_1}$$

$$\text{ومنه } n_0(MnO_4^-) = CV_2$$

$$C = \frac{n_0(MnO_4^-)}{V_2} = \frac{0,1}{0,1} = 1 \text{ mol/L}$$

اعتمادا على جدول التقدم بين أن $[MnO_4^-]_0 + [MnO_4^-]_\infty = 2[MnO_4^-]_{t_{1/2}}$ ، ثم حدّد زمن نصف التفاعل .

$$n(MnO_4^-) = 0,1 - bx$$

$$n_{t_{1/2}}(MnO_4^-) = 0,1 - b \frac{x_m}{2}$$



$$n_{t_{1/2}}(MnO_4^-) = 0,1 - b \frac{x_m}{2} = \frac{2 \times 0,1 - bx_m}{2}$$

$$2n_{t_{1/2}}(MnO_4^-) = 2 \times 0,1 - bx_m = 0,1 + (0,1 - bx_m)$$

$$2n_{t_{1/2}}(MnO_4^-) = n_0(MnO_4^-) + n_\infty(MnO_4^-)$$

$$\frac{2n_{t_{1/2}}(MnO_4^-)}{V_1+V_2} = \frac{n_0(MnO_4^-)}{V_1+V_2} + \frac{n_\infty(MnO_4^-)}{V_1+V_2}$$

$$[MnO_4^-]_0 + [MnO_4^-]_\infty = 2[MnO_4^-]_{t_{1/2}} \quad \text{ومنه}$$

تحديد زمن نصف التفاعل.

من البيان $t_{1/2} = 11\text{min}$.

بيّن أن السرعة الحجمية للتفاعل تكتب بالشكل : $v_{vol} = -\frac{1}{2} \frac{d[MnO_4^-]}{dt}$

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

ومن جدول التقدم $[MnO_4^-] = \frac{0,1-2x}{V}$

$$\cdot \frac{d[MnO_4^-]}{dt} = -\frac{2}{V} \frac{dx}{dt} \quad \text{بالاشتقاق}$$

$$\cdot \frac{dx}{dt} = -\frac{V}{2} \frac{d[MnO_4^-]}{dt} \quad \text{ومنه}$$

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V} \left(-\frac{V}{2} \frac{d[MnO_4^-]}{dt} \right) = -\frac{1}{2} \frac{d[MnO_4^-]}{dt}$$

قيمتها عند اللحظة $t = 60\text{mn}$.

عند $t = 60\text{mn}$ يتوقف التفاعل وبالتالي $v_{vol}(60\text{mn}) = 0$

