

كؤكب الذؤبة في مادة العلوم الفيزيائية - بكالوريا 2025 -



13 ربيع الثاني 1446 هـ الموافق لـ يوم الأربعاء 16 أكتوبر 2024



المنصة العلمية للكالوريا - طبعة 2025

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



من أجل صنع تاج الامتياز الذهبي نحو امتحان شهادة البكالوريا



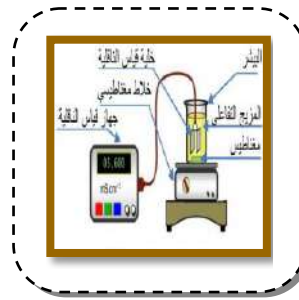
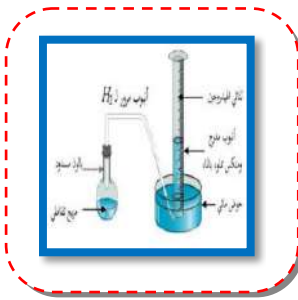
سلسلة طوفان الأقصى الطبعة 2

الوحدة الأولى

{{ المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في محلول مائي }}

،، تحت المجهر التطبيقي - ،،

32 تمرين ممتاز مرفق بالتصحيح



،، خاص بالشعب : رياضيات + علوم تجريبية + تقني رياضي ،،

... تذكروا أن شعار العمل في هذه الحديقة العلمية :

،، تعب المراجعة أفضل من ألم السقوط ،،

توجيهات و إرشادات خاصة بفئة النُخبة العلمية - بكالوريا 2025 -

1* أيُّها التلاميذ الشُّرفاء ،، نضع بين أيديكم هذه الباقة المعلوماتية التطبيقية المُفعمة بالأفكار الطازجة والمفيدة نحو الوحدة الأولى من مادة العلوم الفيزيائية 2025 ،،
،، الطبعة الثانية لسلسلة طوفان الأقصى ،،

- المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في محلول مائي -

- الباقة تتضمن 32 تمرين متدرج لأجل أخذ الأفكار الطازجة نحو الامتياز -

- قسم أول للتمارين البسيطة و المتدرجة ،، قسم ثاني للتمارين المركبة و الشاملة -

- القسم الأول { التمارين من 01 إلى 06 } ،، القسم الثاني { التمارين من 07 إلى 32 } -

2* أيُّها الشُّرفاء ركِّزوا هُنا ،، هذه الباقة تعتبر محطة تحضيرية هامة في الوحدة الأولى نحو امتحان البكالوريا ،، لذلك وجب الاهتمام و الاحتفاظ بها للتحضير الممتاز ،،

3* أيُّها الشُّرفاء النظاميين : وليكن في العلم أن هذه الباقة تشمل محتوى الوحدة 01 ،، تعتبر محطة تحضيرية أولى بالتوازي مع انطلاق الموسم الدراسي نحو فترة الفروض و الاختبارات الفصلية ،، ثم امتحان البكالوريا الرسمي حاولوا فيها بالتدرج مع أخذ الأفكار الطازجة و تدوينها في سجل خاص لاسترجاعها وقت الحاجة إليها ،،

4* أيُّها الشُّرفاء الأحرار : المطلوب منكم المحاولة في كامل مضمون الباقة لتكون بمثابة مرحلة جس النبض و مواكبة وتيرة الدروس النظامية للموسم الحالي ،، مع تدوين الأفكار ،،

5* أيُّها التلاميذ الشُّرفاء ،، بعد تفحص التمارين و المحاولة فيها أكبر عدد منها ،، نرجو منكم تدوين الأفكار الطازجة في كراس خاص مع تحديد رقم التمرين ،، من أجل العودة لأخذها فُيبل موعد امتحان البكالوريا في قادم الزمن .. تسهيلا لكم و استغلالا للوقت ،،

6* ملاحظة أولية :: هذه المحطة الأولى من التحضير نحو الوحدة الأولى ... سيتم بإذن الله رفع محطة الثانية { باقة اختبارات } لاحقا في الزمن القادم للتحضير الشامل و المفيد ،،

7* ملاحظة ختامية :: الباقة موجهة لفئة النُخبة في هذه الحديقة العلمية ،، علما أن كل تلميذ {ة} يحمل القلم للمحاولة يعتبر تلقائيا من هذه الفئة المميزة ،، إذن لا مجال لوضع الأعدار ،، لا ملل لا فشل حتى تحقيق ذاك الأمل انطلقوا ،،

تحت شعار

،، قف على ناصية الطُمُوح و قاوم ،،

الباقية منتقاة من أنجع المراجع - الوحدة الأولى - جزء الكيمياء - بكالوريا 2025 -

1- هدية تمارين معدلة و منقحة من طرف جنود الخفاء في المنصة العلمية

2- مقتطفات من تمارين الكتاب المدرسي الرسمي

3- مقتطف من تمارين الأستاذ قزوري عبد القادر

4- مقتطف من تمارين الأستاذ جوادة أحمد لخضر

5- مقتطف من باقة تمارين الأستاذ بلعمري براهيم

6- مقتطف من باقة تمارين الأستاذ فرقاني فارس

7- مقتطف من باقة تمارين الأستاذ مرازقة العيد

8- مقتطف من باقة تمارين الأستاذ معمر حوسين

9- مقتطف من باقة تمارين الأستاذ قيراط سليمان

10- مقتطف من باقة تمارين الأستاذ مدور سيف الدين

11- مقتطف من باقة تمارين الأستاذ مبخوت بقة

12- مقتطف من باقة تمارين الأستاذ عمران ياسين

13- مقتطف من باقة تمارين - فيزياء تاشة -

14- مقتطف من باقة تمارين الأستاذ يحيوي أحمد إسماعيل

15- تمارين مقتطفة من اختبارات فصلية و بكالوريات تجريبية و رسمية سابقة :
{ رياضيات وتقني ،، علوم تجريبية }

تغريدة أمل : أيها التلاميذ الشرفاء ،، إننا نسعى لتوفير أجود المواد

المعلوماتية الأولية لكم ،، من أجل أن تُبدعوا في صنع تاج الامتياز ،،

« مخطط و مضمون الباقية المعلوماتية - الوحدة 01 - العلوم الفيزيائية - بكالوريا 2025 »

01 - جزء التمارين -

- المحطة الأولى: { 06 } تمارين قصيرة المدى عميقة الهدف ، ،
- { من الصفحة 01 إلى 21 } ، ، تمارين متدرجة ، ،
- المحطة الثانية: تمارين نحو التطبيق المباشر { من 07 إلى 32 } تمرين ، ،
- { من الصفحة 22 إلى 51 } ، ، أخذ الأفكار الطازجة ، ،

02 - جزء التصحيح - الحلول -

- المحطة الأولى: تصحيح { 06 } تمارين قصيرة المدى عميقة الهدف ، ،
- { من الصفحة 52 إلى 75 } -
- المحطة الثانية: تصحيح التمارين { من 07 إلى 32 } ، ،
- { من الصفحة 76 إلى 122 } -

كُوكِب النُّخْبَة في مادة العلوم الفيزيائية - بكالوريا 2025 -

: المحطة التحضيرية الأولى نحو صنع تاج الامتياز : المنصة العلمية :

بقا ءال { 32 } تمرين - سلسله طوفان الأقصى الطبعة الثانية -

الوحدة الأولى - المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في محلول مائي -

الجزء الأول 01

التمارين

51

الصفحات

01

ملاحظة هامة :

الحلول للتمارين 32 موجودة في الجزء 02 بالترتيب ،، من أجل منح وقت للمحاولة و عدم ملاحظة الحلول و تشويش الذاكرة إلا بعد المحاولة المباشرة ،، نعلم أن الفضول لرؤية الحل قبل المحاولة أو حتى أثناء المحاولة موجود بكثرة عند أغلب التلاميذ ،،، ... بالتوفيق .

تحت شعار

،، قف على ناصية الطُمُوح و قاوم ،،

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

• الوحدة الأولى : المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في محلول مائي ،،

• ملاحظة : أيها التلاميذ الشرفاء استغلوا الوقت للمحاولة الكتابية في هذه الباقة بشكل منظم ،،

التمرين 01 :

• علماً أن : الأجزاء الخمس { 05 } مستقلة عن بعضها البعض ،،

الجزء الأول - ت 01 - :

نريد تحضير محلول حجمه $V = 100\text{mL}$ وتركيزه $C = 0,02\text{mol/L}$ انطلاقاً من محلول $(K^+ + MnO_4^-)$ تركيزه $C_0 = 0,1\text{mol/L}$. أحسب الحجم V_0 الواجب أخذه مع ذكر البروتوكول التجريبي اللازم لتحضيره.

الجزء الثاني - ت 01 - :

نريد تحضير محلول حجمه $V = 100\text{mL}$ وتركيزه $C = 0,01\text{mol/L}$ انطلاقاً من كبريتات النحاس المائية $(CuSO_4 + 5H_2O)$ كتلته المولية $M = 249,7\text{mol/L}$. أحسب الكتلة m الواجب أخذها، مع ذكر البروتوكول التجريبي.

الجزء الثالث - ت 01 - :

← لتحضير محلول (b) لهيدروكسيد الصوديوم NaOH قمنا بخل 4g من هيدروكسيد الصوديوم النقي في 200mL من الماء المقطر .

- 1- أوجد التركيز المولي للمحلول (b) .
- 2- أوجد بطريقتين مختلفتين التركيز الكتلي للمحلول (b) .
- 3- ما هو عدد مولات NaOH المنحلة في 50mL من المحلول (b) .

يعطى :

$$M(O) = 16\text{g/mol} \quad M(H) = 1\text{g/mol} \quad M(Na) = 23\text{g/mol}$$

أيها التلميذ {ة} الشريف {ة} ::

حاول ،، قاوم ،، تحدى ،، لا تتردد

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

اللهم نصرنا لإخواننا في الأقصى الشريف



الجزء الرابع - ت 01 - :

-محلول تجاري (a) لحمض الكبريت H_2SO_4 له كثافة $d(a) = 1.84$ و يحتوي على 95% من حمض الكبريت النقي .

1- احسب كتلة 1L من المحلول التجاري علما ان الكتلة الحجمية للماء هي :

$$\rho(H_2O) = 1000g/L$$

2- استنتج كتلة حمض الكبريت النقي الموجود في قارورة حجمها 1L من المحلول التجاري.

3- احسب التركيز المولي لحمض الكبريت النقي في المحلول التجاري علما ان:

$$M(H_2SO_4) = 98g/mol$$

الجزء الخامس - ت 01 - :

1- قارورة حجمها $V = 50L$ تحتوي غاز الآزوت الضغط داخلها يقدر بـ $1,25 \times 10^4 Pa$

درجة حرارته $27^\circ C$, احسب كمية مادة غاز الآزوت في القارورة.

2- احسب الحجم المولي لغاز V_M في الشرطين النظاميين ($0^\circ C$, 1atm)

3- احسب الحجم المولي لغاز V_M في الشرطين ($25^\circ C$, 1atm)

لحظة تأمل وهدوء

قد يتركك الله تنادي طويلا ظناً منك أن صوتك لا صدى له عنده
... ل تطير ل النداء ، فيزداد الدعاء ... فيعظم العطاء

• علماً أنَّ : الأجزاء الخمس { 05 } مستقلة عن بعضها البعض ،،

الجزء الأول - ت 02 - :

- نريد تحضير محلول لكبريتات النحاس بتركيز $C=0.1\text{mol/L}$ و حجم $V=10\text{mL}$ انطلاقاً من مادته الصلبة $(\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O})$
- 1- ما هي الكتلة الواجب أخذها لتحضير هذا المحلول.
 - 2- قدم بروتوكولا تجريبيا لتحضير هذا المحلول.
 - نأخذ بواسطة ماصة مدرجة (عيارية) سعتها 10mL حجماً قدره 10mL من المحلول السابق و نضعه في حوالة عيارية سعتها $V=100\text{mL}$ ثم نضيف الماء المقطر إلى غاية خط العيار.
 - 1- كيف نسمي هذه العملية . عرفها .
 - 2- احسب تركيز المحلول الجديد .
 - 3- استنتج حجم الماء المقطر المضاف .

يعطى :

$$M(O) = 16\text{g/mol} \quad M(H) = 1\text{g/mol} \quad M(S) = 32\text{g/mol}$$

$$M(\text{Cu}) = 63.5\text{g/mol}$$

الجزء الثاني - ت 02 - :

الجزء الأول

- النشادر هو غاز صيغته الجزيئية المجملة NH_3 .
- 1- أحسب كتلته المولية الجزيئية.
 - 2- ما هي كمية المادة الموجودة في $0,68\text{g}$ من النشادر؟
 - 3- ما هي كمية المادة الموجودة في $15,68\text{L}$ من غاز النشادر في الشرطين النظاميين؟
 - 4- أحسب كتلة $8,96\text{L}$ من غاز النشادر في الشرطين النظاميين.
 - 5- أحسب كتلة $3,01 \times 10^{22}$ جزيء من غاز النشادر.

الجزء الثاني :

حمض الخل هو سائل صيغته الجزيئية المجملة $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$.

- 1- أحسب كتلته المولية.
 - 2- ما هي كمية المادة في 200mL من حمض الخل؟
- المعطيات : $M(C) = 12\text{g/mol}$ ، $M(O) = 16\text{g/mol}$ ، $M(H) = 1\text{g/mol}$
- $\rho(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) = 1050\text{g/L}$ ، $M(N) = 14\text{g/mol}$

- 1- عرف الحجم المولي V_M لغاز .
- 2- بتطبيق قانون الغاز المثالي أثبت أن الحجم المولي في شرطين كفيين من الضغط P ودرجة الحرارة θ يعبر عنه بالعلاقة: $V_M = \frac{R(\theta + 273)}{P}$.
- حيث: R هو ثابت الغازات المثالية، θ هي الدرجة الحرارة المئوية.
- 3- عينة من غاز صيغته الجزيئية المجملة من الشكل C_nH_{2n+2} نعتبره مثاليا، تشغل الحجم $V = 6,15 L$ في شروط يكون فيها الضغط مساوي $P = 2 atm$ ودرجة الحرارة $\theta = 27^\circ C$.
- أ- أحسب الحجم المولي V_M في هذه الشروط.
- ب- أوجد بطريقتين مختلفتين كمية مادة هذه العينة.
- 4- كتلة هذه العينة هي $m = 8 g$. جد الكتلة المولية لهذه الغاز، ثم استنتج صيغته الجزيئية المجملة.
- يعطى: $M(H) = 1 g/mol$ ، $M(O) = 16 g/mol$ ، $M(C) = 12 g/mol$ ، $1 atm = 1,013 \times 10^5 Pa$ ، $R = 8,31 IS$.

- لتحضير محلول (B) لهيدروكسيد الصوديوم $NaOH(s)$ قمنا بحل $m_0 = 4 g$ من هيدروكسيد الصوديوم النقي في حجم $V = 200 mL$ من الماء المقطر.
- 1- أوجد التركيز المولي c_0 للمحلول (B).
 - 2- أوجد بطريقتين مختلفتين التركيز الكتلي c_{m0} للمحلول (B).
 - 3- ما هي كمية مادة $NaOH$ المنحلة في عينة من المحلول (B) حجمها $V' = 50 mL$.
 - 4- بواسطة ماصة مدرجة نسحب حجم $V_1 = 10 mL$ من المحلول (B) ونضعها في كأس بيشر ثم نضيف لها حجم $V_0 = 90 mL$ من الماء المقطر.
 - أ- كيف تسمى هذه العملية.
 - ب- ما هي قيمة حجم المحلول الجديد؟ استنتج معامل التمدد f .
 - ج- أوجد بطريقتين مختلفتين التركيز المولي c_2 للمحلول الجديد.
 - 5- بواسطة ماصة مدرجة نسحب من المحلول (B) عينة أخرى حجمها $V_1 = 10 mL$ ونضعها في كأس بيشر ثم نضيف لها قطعة صغيرة من هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ كتلتها $m_s = 0,4 g$ ، أوجد التركيز المولي c_2 للمحلول الجديد.
 - يعطى: $M(H) = 1 g/mol$ ، $M(O) = 16 g/mol$ ، $M(Na) = 23 g/mol$.

للحصول على محلول (A) لكُور الهيدروجين $HCl_{(g)}$ تركيزه المولي $c = 2 \text{ mol / L}$ ، قمنا عند الشرطين النظاميين بحل حجم $V_{(HCl)}$ من غاز كلور الهيدروجين في 100 mL من الماء المقطر.

1- أوجد قيمة $V_{(HCl)}$.

2- أوجد حجم الماء المقطر V_0 اللازم إضافته إلى عينة من المحلول (A) حجمها $V_1 = 10 \text{ mL}$ حتى نحصل على محلول تركيزه المولي $c_2 = 0,5 \text{ mol / L}$.

3- نأخذ عينة أخرى من المحلول (A) حجمها $V_1 = 10 \text{ mL}$ ونضيف لها حجم $V_2 = 40 \text{ mL}$ من محلول آخر لكلور الهيدروجين تركيزه $c_2 = 1 \text{ mol / L}$. أوجد التركيز المولي c للمحلول الجديد.

4- نريد تحضير محلول (S) حجمه $V = 500 \text{ mL}$ بتمديد عينة من المحلول (A) 100 مرة، ولدينا الزجاجيات التالية:
- حوجلات عيارية (500 mL ; 100 mL ; 50 mL).

- ماصات عيارية (20 mL ; 10 mL , 5 mL).

أ- ما يعني مصطلح "عيارية" المقترن بالماصات والحوجلات المذكورة .

ب- أكتب البروتوكول التجريبي لتحضير المحلول (S) مبينا الزجاجيات المستعملة من بين ما ذكر .

لحظة تأمل وهدوء

• **النجاح لا يمكن أن يبدأ من الأسبوع القادم ، إنما اليوم ... و الآن ،**

• **ف كيف لمن يريد الامتياز ... !! ؟ ،**

✓ **أيها التلميذ {ة} ، ، هيا ، ، هيا قم .. وَأَنْطَلِقْ حَقْبًا نَحْوَ ذَلِكَ الطُّمُوحِ الْجَمِيلِ ،**

التمرين 03 :

• علما أنَّ : الأجزاء الست { 06 } مستقلة عن بعضها البعض ،،

الجزء الأول - ت 03 - :



توجد في مخبر الثانوية قارورة لمحلول كلور الهيدروجين $HCl_{(g)}$ المركز (S_0) تركيزه المولي c_0 ، كتب

على بطاقة هذه القارورة ما يلي:

↪ الكتلة المولية: $M = 36,5 \text{ g.mol}^{-1}$

↪ الكثافة: $d = 1,18$

↪ النسبة المئوية الكتلية: $P = 31\%$

1- أحسب التركيز المولي c_0 للمحلول (S_0) .

2- نريد تحضير محلول (S) حجمه $V = 1L$ بتمديد 200 مرة انطلاقا من المحلول (S_0) . أحسب الحجم V_0 اللازم أخذه من المحلول (S_0) .

3- أحسب الكتلة الحجمية للمحلول (S_0) .

يعطى: الكتلة الحجمية للماء المقطر $\rho_0 = 1000 \text{ g.L}^{-1}$.

الجزء الثاني - ت 03 - :



البراسيتامول نوع كيميائي يستعمل في الصناعة الصيدلانية صيغته الجزيئية $C_8H_9O_2N$.

1- احسب الكتلة المولية للبراسيتامول .

2- احسب كتلة $0,2 \text{ mol}$ من البراسيتامول .

3- احسب عدد الجزيئات في $1,51 \text{ g}$ من البراسيتامول .

4- نذيب قرصا من البراسيتامول في الماء فينتج نتيجة لذلك غاز ثنائي أكسيد الكربون ، بواسطة تجهيز مناسب ،

قيس حجم هذا الغاز عند درجة الحرارة $\theta = 25^\circ C$ و الضغط $P = 10^5 \text{ Pa}$ فكانت النتيجة $V = 90 \text{ mL}$.

أ- اعط عبارة قانون الغاز المثالي .

ب- اعتمادا على هذه العبارة اثبت أن الحجم المولي في شروط كيفية من الضغط و درجة الحرارة يعطى بالعبارة

التالية $V_M = \frac{RT}{P}$. احسب قيمته في شروط التجربة ؟

ج- احسب بطريقتين مختلفتين كمية مادة غاز أكسيد الكربون CO_2 المنطلق ؟

يعطى : $M(C) = 12 \text{ g/mol}$ ، $M(H) = 1 \text{ g/mol}$ ، $M(O) = 16 \text{ g/mol}$ ، $M(N) = 14 \text{ g/mol}$ ،

$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ، $R = 8,31 \text{ SI}$

غاز المدينة المستعمل في حياتنا اليومية هو غاز الميثان ذو الصيغة الجزيئية المجملة CH_4



1- أحسب ما يلي :

أ- الكتلة المولية الجزيئية لغاز الميثان CH_4 .

ب- كمية المادة الموجودة في 1.6 g من غاز الميثان .

ج- كمية المادة الموجودة في 4.48 L من غاز الميثان في الشرطين النظاميين .

د- أحسب كتلة 7.5 L من غاز الميثان في شروط يكون فيها الحجم المولي $V_M = 25 \text{ L/mol}$.

هـ- أحسب كتلة $3.01 \cdot 10^{22}$ جزيء من غاز الميثان .

2- يمكن تحويل الميثان إلى سائل ، ما هو حجم الميثان السائل عند تحويل 224 L في الشرطين النظاميين من

غاز الميثان إلى سائل إذا علمت أن الكتلة الحجمية للميثان السائل هي $\rho(\text{CH}_4) = 550 \text{ g/L}$.

3- غاز آخر يستعمل أيضا في حياتنا اليومية يسمى غاز البوتان يوجد في قارورات صيغته

الجزيئية المجملة من الشكل $\text{C}_x\text{H}_{2x+2}$ ، نأخذ كمية من هذا الغاز قدرها $n = 2 \text{ mol}$ و نزنها

فنجد $m = 116 \text{ g}$.

أ- أحسب الكتلة المولية لغاز البوتان .

ب- حدد قيمة x ثم اكتب الصيغة الجزيئية المجملة لغاز البوتان.

يعطى : $M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$ ، $M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$



غَزَّة العَزَّة

فلسطين النّصر



الإيودين هو محلول مطهر جلدي خارجي مشتق من اليود ، يستعمل كمطهر لسرة الأطفال حديثي الولادة و حالات السماط والتسلخ الجلدي ، صيغته المجملة $C_{20}H_6O_5Br_4Na_2$

1- أحسب الكتلة المولية الجزيئية للإيودين .

2- نحضر محلولاً مائياً للإيودين بإذابة كتلة $m = 34.58 \text{ g}$ من الإيودين في حوالة عيارية حجمها 500 mL تحتوي على 20 mL من الماء المقطر ، بعد خلط المزيج بشكل جيد نضيف له كمية من الماء المقطر حتى بلوغ الخط العياري فنحصل على محلول (S_0) .

أ- أحسب كمية مادة الإيودين المحتواة في الكتلة m المضافة .

ب- أحسب التركيز المولي C_0 للمحلول (S_0) .

3- نأخذ 20 mL من المحلول (S_0) و ندخلها في حوالة أخرى حجمها 200 mL ثم نكمل الحجم بالماء المقطر حتى بلوغ الخط العياري فنحصل على محلول (S_1) .

أ- كيف تسمى هذه العملية .

ب- جد ما يلي :

▪ معامل التمديد f .

▪ التركيز المولي C_1 للمحلول (S_1) بطريقتين مختلفتين .

▪ أحسب التركيز الكتلي C_m للمحلول (S_1) .

يعطى :

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

$$M(Na) = 23 \text{ g/mol} , M(Br) = 79.9 \text{ g/mol}$$

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



ملح كلور البوتاسيوم هو نوع كيميائي صيغته KCl يكون عديم الرائحة في حالته النقية ، بلوراته زجاجية بيضاء ، تركيبه البلوري ينكسر بسهولة إلى ثلاث اتجاهات .
إن نسبة كلور البوتاسيوم النقي في كلور البوتاسيوم التجاري تسمى نسبة النقاوة P و هي تمثل كتلة كلور البوتاسيوم النقي في 100 g من كلور البوتاسيوم التجاري .

1- نحل في 400 mL من الماء المقطر ، كتلة m_0 من كلور البوتاسيوم التجاري درجة نقاوتها $P = 80\%$ ، فنحصل على محلول (S_0) لكلور البوتاسيوم تركيزه المولي $C_0 = 0.2 \text{ mol/L}$ جد قيمة m_0 .

2- نأخذ بواسطة ماصة حجم $V_0 = 20 \text{ mL}$ من المحلول (S) و نضعها في حوضلة عيارية 100 mL ، ثم نكمل الحجم بالماء المقطر حتى بلوغ الخط العياري و نحصل عندئذ على محلول (S) .
أ- كيف تسمى هذه العملية .
ب- أحسب معامل التمديد .

ج- احسب بطريقتين مختلفتين التركيز المولي C للمحلول الجديد .

3- نأخذ عينة أخرى من المحلول (S_0) حجمها $V_0 = 20 \text{ mL}$ ، نريد رفع قيمة التركيز المولي لهذه العينة إلى الضعف $C = 2C_0$ ، هناك طريقتين الأولى تبخير العينة و الثانية إضافة كمية من كلور البوتاسيوم النقي إلى العينة
أ- أحسب الحجم V' اللازم نزعها من العينة عن طريق التبخير في الطريقة الأولى .
ب- أحسب كتلة كلور البوتاسيوم m_s اللازم إضافتها في الطريقة الثانية .

يعطى : $M(K) = 39 \text{ g/mol}$ ، $M(Cl) = 35.5 \text{ g/mol}$

للنَّجاح أسرار ،، أهمها الثَّبات على الهدف ... وَ الهدف الامتياز لا بديل ،،

لدينا محلول مائي S_0 لكُور الصوديوم ($NaCl$) حجمه $V = 200 \text{ mL}$ حصلنا عليه بجل كمية كتلتها $m = 5,85 \text{ g}$ من كُور الصوديوم النقي في الماء للحصول على محلول حجمه 1 L .

أخذنا من المحلول S_0 حجماً V_0 ووضعناه في حوجة عيارية سعتها 500 mL وأكملنا الحجم بالماء المقطر حتى خط العيار، وقمنا بالزج. حصلنا بذلك على محلول S . وضعنا في بيشر 100 mL من المحلول S وغمرنا فيه خلية جهاز قياس الناقلية ثابتها $k = 1 \text{ cm}$. أشار المقياس للقيمة $S = 6,3 \times 10^{-4} \text{ G}$.

تتعلق الناقلية النوعية لمحلول مُلُودي بـ:
- طبيعة الشوارد (مثلاً Na^+ ، Cl^- ، SO_4^{2-} ...)
- الأواكيز المولية لهذه الشوارد
- درجة حرارة المحلول

تُعطى أحياناً أرقام في التمرين ليس بالضرورة استعمالها في الحل، لهذا يجب أن تقرأ جيداً نص التمرين قبل الشروع في الحل.

- 1- ماذا نسمي العملية التي حَصَرْنَا بواسطتها المحلول S ؟
 - 2- احسب التركيز المولي C_0 للمحلول S_0 .
 - 3- احسب التركيز المولي C للمحلول S .
 - 4- احسب كمية مادة شوارد الصوديوم في المحلول S .
 - 5- احسب الناقلية النوعية لمحلول S' ناتج عن مزج حجم $V_1 = 50 \text{ mL}$ من المحلول S مع حجم $V_2 = 50 \text{ mL}$ من محلول مائي لكُور البوتاسيوم (KCl) تركيزه المولي بشوارد البوتاسيوم $[K^+] = 0,01 \text{ mol/L}$.
- الكتل الذرية المولية بـ g/mol : $Na = 23$ ، $Cl = 35,5$ ، $\lambda_{Cl^-} = 7,63 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ ، $\lambda_{Na^+} = 5 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ ، $\lambda_{K^+} = 7,35 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$

أيها التلميذ {ة} الشَّريف {ة} ::

حاول ،، قاوم ،، تحدى ،، لا تتردد

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

اللهم توفيقاً ونجاحاً لك



التمرين 04 :

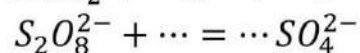
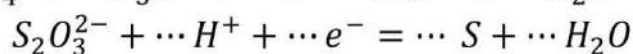
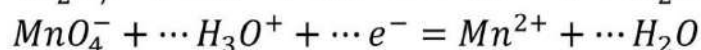
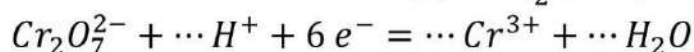
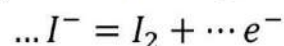
• علماً أنّ : الأجزاء الست { 06 } مستقلة عن بعضها البعض ،،

الجزء الأول - ت 04 - :

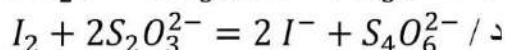
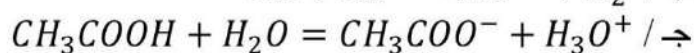
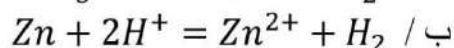
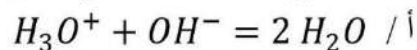
- I. عرف كل من المؤكسد والمرجع.
 II. عرف كل من الاكسدة و الارجاع.
 III. عرف تفاعل اكسدة - ارجاع.

الجزء الثاني - ت 04 - :

1- أكمل المعادلات النصفية للتفاعل التالية :



2 - حدّد طبيعة التفاعلات التالية ، هل هي تفاعلات أكسدة - إرجاع أم تفاعلات حمض - أساس :



الجزء الثالث - ت 04 - :

↩ اكتب المعادلات النصفية الإلكترونية للشثائية (ox / red) التالية : $(Cr_2O_7^{2-}(aq)/Cr^{3+}(aq))$ ، $(MnO_4^-(aq)/Mn^{2+}(aq))$ ، $(S_4O_6^{2-}(aq)/S_2O_3^{2-}(aq))$ ، $(I_2(aq)/I^-(aq))$ ، $(Fe^{3+}(aq)/Fe^{2+}(aq))$ ، $(CO_2(g)/H_2C_2O_4(aq))$ ، $(MnO_4^-(aq)/MnO_2(aq))$ ، $(ClO^-(aq)/Cl^-(aq))$ ، $(H_3O^+(aq)/H_2(g))$ ، $(O_2(g)/H_2O_2(aq))$



أكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع ثم معادلات الأكسدة الإرجاعية في الحالات التالية :

الحالة	الثنائيتين (مر/مؤ) الداخلتين في التفاعل	الفردين الكيميائيين المتفاعلين
(1)	$(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb})$ $(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})$	Cu^{2+} , Pb
(2)	$(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe})$ $(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-)$	Fe , Cl_2
(3)	(I_2/I^-) $(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}/\text{SO}_4^{2-})$	I^- , $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$
(4)	$(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+})$ $(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+})$	Fe^{2+} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ في وسط حمضي
(5)	$(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+})$ $(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+})$	Fe^{2+} , MnO_4^- في وسط حمضي
(6)	$(\text{Al}^{3+}/\text{Al})$ $(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2)$	Al , H_3O^+
(7)	$(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2)$ $(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+})$	H_2O_2 , MnO_4^- في وسط حمضي
(8)	(H^+/H_2) (CuO/Cu)	CuO , H_2 في وسط حمضي
(9)	$(\text{BrO}_3^-/\text{Br}_2)$ $(\text{Br}_2/\text{Br}^-)$	BrO_3^- , Br^- في وسط حمضي
(10)	$(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH})$ $(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+})$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ في وسط حمضي

I. نمزج عند لحظة $t = 0$ حجما من محلول مائي ليود البوتاسيوم ($K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)}$) مع حجم من محلول مائي لبيروكسو ديكبريتات البوتاسيوم ($2K^+_{(aq)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)}$).

- اكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج للتحول الحادث علما ان الثنائيتين (Ox/Red) الداخلتين في التفاعل هما :
 $(I_2(aq)/I^-_{(aq)})$ و $(S_2O_8^{2-}_{(aq)}/SO_4^{2-}_{(aq)})$.

II. عند اللحظة $t = 0$ نمزج حجما من محلول برمنغنات البوتاسيوم ($K^+ + MnO_4^-$) المحمض بحمض الكبريت المركز و حجما من محلول لحمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$.

- أعطى الثنائيات (Ox/Red) الداخلة في التفاعل : $(MnO_4^-/Mn^{2+}_{(aq)})$ و $(CO_2(aq)/H_2C_2O_4(aq))$.
- اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع و استنتج معادلة تفاعل الأكسدة الإرجاعية .
- وضح دور حمض الكبريت المركز في هذا التفاعل .

III. نضيف عند اللحظة $t = 0$ كتلة من الزنك $Zn_{(s)}$ إلى دورق به حجم من محلول حمض كلور الماء $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$.

- اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث ، علما أن الثنائيتين المشاركتين في التفاعل هما :
 $(H_3O^+_{(aq)} / H_2(g))$ ، $(Zn^{2+}_{(aq)} / Zn_{(s)})$

VI. نمزج في لحظة $t = 0$ حجما من محلول بيكرومات البوتاسيوم ($2K^+_{(aq)} + Cr_2O_7^{2-}_{(aq)}$) مع حجم من محلول حمض الأوكساليك $C_2H_2O_4(aq)$.

- إذا كانت الثنائيتان المشاركتان في التفاعل هما : $CO_2(aq)/C_2H_2O_4(aq)$ و $Cr_2O_7^{2-}_{(aq)}/Cr^{3+}_{(aq)}$.
- اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل أكسدة - إرجاع المنمذج للتحول الكيميائي الحادث .

V. نأخذ عينة من منظف طبّي للجروح عبارة عن سائل يحتوي أساسا على ثنائي اليود $I_2(aq)$ نضيف إليها قطعة من الزنك $Zn_{(aq)}$.

- اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث ، علما أن الثنائيتين الداخلتين في التفاعل هما :
 $(Zn^{2+}_{(aq)}/Zn_{(s)})$ ، $(I_2(aq)/I^-_{(aq)})$

IV. نعاير ثنائي اليود $I_2(aq)$ بواسطة محلول مائي لثيوكبريتات الصوديوم ($2Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}_{(aq)}$).

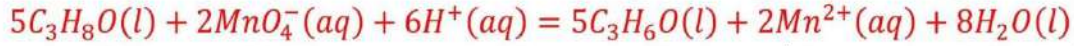
- في تفاعل المعايرة تتدخل الثنائيتان : $I_2(aq)/I^-_{(aq)}$ ، $S_4O_6^{2-}_{(aq)}/S_2O_3^{2-}_{(aq)}$.
- اكتب المعادلة الاجمالية لتفاعل الأكسدة - إرجاع الحاصل بين الثنائيتين .

IIIV. نحضر محلولاً (S) بمزج حجم من الماء الأكسجيني $H_2O_2(aq)$ مع حجم من محلول يود البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$.

- أعطى الثنائيتان : $(I_2(aq)/I^-_{(aq)})$ و $(H_2O_2(aq)/H_2O(l))$.
- اكتب معادلة التفاعل أكسدة - إرجاع معتمدا على المعادلتين النصفيتين .

I. نضع في إبرلينة ماير موضوعة فوق خلاط مغناطيسي حجما من محلول برمنغنات البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + MnO_4^-_{(aq)})$ المحمض بحمض الكبريت المركز .

في اللحظة $t = 0$ نضيف للمزيج كتلة من كحول ذي الصيغة الجزيئية المجملية C_3H_8O ، التحول الكيميائي الحادث بطيء، نمذج به بالمعادلة الكيميائية :



■ بين أن التفاعل الحادث هو تفاعل أكسدة - إرجاع ، ثم اكتب الثنائيتين Ox/Red المشاركتين في التفاعل .

II. يتفاعل محلول حمض كلور الهيدروجين $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ مع الألمنيوم وفق تفاعل تام منتجا غاز ثنائي الهيدروجين و شوارد الألمنيوم (Al^{3+}) .

في اللحظة $t = 0$ ندخل عينة من حبيبات الألمنيوم في بالون (دورق) يحتوي على حجم من محلول حمض كلور الهيدروجين نغلق البالون بسدادة مزودة بأنبوب انطلاق موصول بمقياس غاز مدرج و منكس في حوض مائي لجمع الغاز الناتج .

ننمذج التحول الكيميائي الحادث بالمعادلة الكيميائية التالية :



■ أكتب المعادلتين النصفيتين الإلكترونيتين للأكسدة و الإرجاع مع تحديد الثنائيتين Ox/Red المشاركتين في التفاعل.

III. لدراسة حركية تحول كيميائي تام ، غمرنا في لحظة $t = 0$ صفيحة من النحاس في حجم من محلول نترات الفضة $(Ag^+_{(aq)} + NO_3^-_{(aq)})$.

معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول هي : $Cu(s) + 2Ag^+(aq) = Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

● حدد الثنائيتين Ox/Red المشاركتين في التفاعل و اكتب عندئذ المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع .

VI. لدراسة حركية التفاعل الكيميائي البطيء و التام بين الماء الأكسجيني $H_2O_2(aq)$ و محلول يود البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$ في وسط حمضي و المنمذج بالمعادلة :



مزجنا في بيشر عند اللحظة $t = 0$ و درجة الحرارة $25^\circ C$ ، حجما من محلول الماء الأكسجيني مع حجم من محلول يود البوتاسيوم و بضع قطرات من محلول حمض الكبريت المركز $(2H_3O^+_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)})$.

■ أكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع .

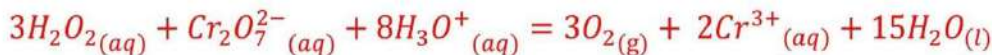
■ هل يمكن اعتبار حمض الكبريت كوسيط في هذا التفاعل ؟ علل.

V. لدراسة تطور التفكك الذاتي للماء الأكسجيني بدلالة الزمن ، نأخذ مجموعة انابيب اختبار يحتوي كل منها على حجم V_0 من هذا المحلول و نضعها عند اللحظة $t = 0$ في حمام مائي درجة حرارته ثابتة .

عند كل لحظة t ، نفرغ انبوبة اختبار في بيشر و نضيف اليه ماء و قطع جليد و قطرات من حمض الكبريت المركز

$(2H_3O^+ + SO_4^{2-})_{(aq)}$ ثم نعاير المزيج بمحلول مائي لثنائي كرومات البوتاسيوم $(2K^+_{(aq)} + Cr_2O_7^{2-}_{(aq)})$

معادلة تفاعل المعايرة هي :



■ اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع الموافقتين لهذا التفاعل .

■ هل يمكن اعتبار حمض الكبريت كوسيط في هذا التفاعل ؟ علل.

التمرين 05 :

• **علما أن :** الأجزاء الست { 06 } مستقلة عن بعضها البعض ، ،

الجزء الأول - ت 05 - :

- 1 - ما المقصود بالمتابعة الزمنية لتحوّل كيميائي ؟
- 2 - اذكر طرق متابعة تحوّل كيميائي ، وصنّفها إلى كيميائية وفيزيائية .
- 3 - اذكر عاملين حركيين . ما هو الوسيط الكيميائي ؟ وما هو دوره في المتابعة الزمنية لتحوّل كيميائي بطيء ؟
- 4 - عرّف سرعة التفاعل ، والسرعة الحجمية للتفاعل ، واكتب عبارتيهما .
- 5 - ليكن التفاعل الكيميائي المنمذج بالمعادلة التالية : $aA + bB = cC + dD$ ، A ، B هما المتفاعلات و C ، D هما الناتجان ، أما a ، b ، c ، d هي أعداد طبيعية تمثل العوامل الستوكيومترية .
أ / اكتب عبارة السرعة اللحظية لاختفاء المتفاعل A .
ب / اكتب عبارة السرعة اللحظية لتشكل المركب C .
ج / ما هي العلاقة التي تجمع بين سرعات D ، C ، B ، A ؟
- 6 - عرّف زمن نصف التفاعل .
- 7 - اشرح تأثير العوامل الحركية على سرعة التفاعل مجهريا .

الجزء الثاني - ت 05 - :

- 1 - عرّف زمن نصف التفاعل . ما هي الفائدة العملية من معرفة زمن نصف التفاعل لتحوّل كيميائي ؟
- 2 - ما هي العبارة أو العبارات الصحيحة مما يلي ؟
 $x(t_{1/2}) = \frac{n_i}{2}$ ، $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$ ، $x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2}$ ، $x_{1/2} = \frac{t_{1/2}}{2}$ ، $t_{1/2} = \frac{x_f}{2}$
الابتدائية للمتفاعل المحد
- 3 - عرّف السرعة الحجمية للتفاعل .
- 4 - عرّف العامل الحركي ، ثم اذكر عاملين حركيين ، وبيّن مجهريًا كيفية تأثير العامل الحركي على سرعة التفاعل .
- 5 - عرّف الوسيط . ما هو دور الوسيط في تحوّل كيميائي ؟ اذكر أنواع الوساطة .

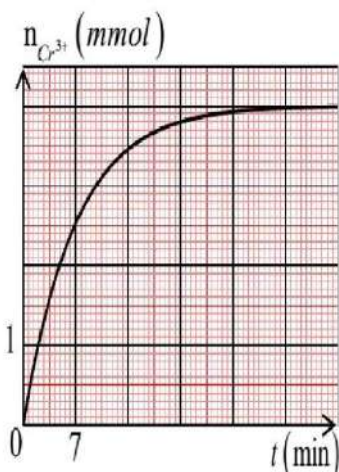
الجزء الثالث - ت 05 - :

جدول تقدم التفاعل

المعادلة الكيميائية		$2I^- + S_2O_8^{2-} = I_2 + 2SO_4^{2-}$			
حالة الجملة	التقدم	كميات المادة بـ (mol)			
الحالة الابتدائية	0	C_1V_1	C_2V_2	0	0
الحالة الانتقالية	x	$C_1V_1 - 2x$	$C_2V_2 - x$	x	$2x$
الحالة النهائية	x_{max}	$C_1V_1 - 2x_{max}$	$C_2V_2 - x_{max}$	x_{max}	$2x_{max}$

أ - عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.
استنتج زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

الجزء الرابع - ت 05 - :

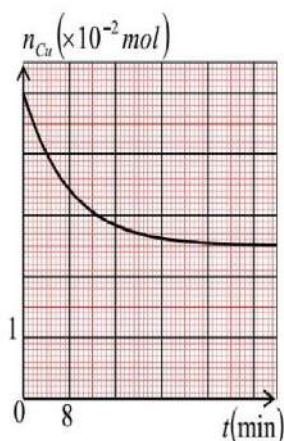


جدول تقدم هذا التفاعل:

الحالة	$Cr_2O_7^{2-} + 3H_2C_2O_4 + 8H^+ = 2Cr^{3+} + 6CO_2 + 7H_2O$					
بالزيادة	0	0	بالزيادة	n_{01}	n_{02}	الابتدائية
بالزيادة	$2x$	$6x$	بالزيادة	$n_{01} - x$	$n_{02} - 3x$	الانتقالية
بالزيادة	$2x_{max}$	$6x_{max}$	بالزيادة	$n_{01} - x_{max}$	$n_{02} - 3x_{max}$	النهائية

- بين أنه لما $t = t_{1/2}$ يكون: $n_{Cr^{3+}}(t_{1/2}) = \frac{n_f(Cr^{3+})}{2}$ ، ثم استنتج بياناً قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

الجزء الخامس - ت 05 - :



جدول لتقدم هذا التفاعل:

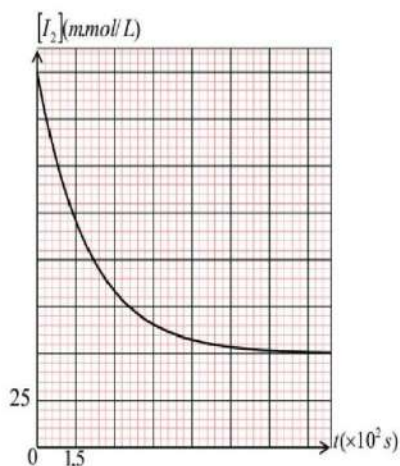
	$Cu(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$			
الحالة الابتدائية	n_{01}	n_{02}	0	0
الحالة الانتقالية	$n_{01} - x(t)$	$n_{02} - 2x(t)$	$x(t)$	$2x(t)$
الحالة النهائية	$n_{01} - x_{max}$	$n_{02} - 2x_{max}$	x_{max}	$2x_{max}$

أ- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

ب- بين أنه لما $t = t_{1/2}$ يمكن كتابة العبارة التالية: $n_{Cu}(t_{1/2}) = \frac{n_0(Cu) + n_f(Cu)}{2}$

استنتج قيمة $t_{1/2}$ زمن نصف التفاعل.

الجزء السادس - ت 05 - :



لدينا كتلة m من مسحوق الزنك $Zn(s)$ عند درجة حرارة ثابتة وفي اللحظة $t = 0$ نضيفه إلى حوض، تحوي محلول مائي لثنائي اليود $I_2(aq)$ حجمه $V = 100 mL$ وتركيزه المولي $c = 0,2 mol/L$.

جدول تقدم التفاعل

	$Zn(s) + I_2(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2I^-(aq)$			
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}	$2x_{max}$

أ- بين أن التركيز المولي لثنائي اليود عند $t = t_{1/2}$ يكتب بالعبارة: $[I_2]_{t_{1/2}} = \frac{c + [I_2]_f}{2}$

ب- استنتج قيمة $t_{1/2}$

ج- جد التركيب المولي للمزيج عند اللحظة $t = t_{1/2}$.

التمرين 06 :

• علماً أنّ : الأجزاء العشر { 10 } مستقلة عن بعضها البعض ،،

الجزء الأول - ت 06 - :

← تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل

نضع في بيشرين (1) و (2) حجم $V_1 = 20 \text{ mL}$ من الماء ونضيف لهما قرص من الفيتامين C نترك البيشر (1) في درجة حرارة عادية 25°C مثلاً ونضع الثاني في حمام مائي درجة حرارته 60°C .

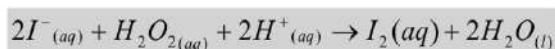
1. ماذا تلاحظ؟

2. ماذا تستنتج؟

الجزء الثاني - ت 06 - :

← تأثير التراكيز الابتدائية على سرعة التفاعل

تتفاعل شوارد اليود I^- في وسط حامضي مع الماء الأوكسيجيني H_2O_2 حسب المعادلة التالية :



نسكب في ثلاثة كؤوس بيشر 50ml من الماء الأوكسيجيني H_2O_2 (محلول عديم اللون) تركيزه $0,1 \text{ mol/l}$ نضيف إلى محتوى الكؤوس و في نفس اللحظة 50ml من محلول يود البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$ تركيزه كما يبين الجدول التالي :

الكأس	1	2	3
تركيز $H_2O_2 (mol/l)$	0,01	0,01	0,01
تركيز $I^- (mol/l)$	0,20	0,40	0,60

○ ماهو المتفاعل الذي تتم دراسة تأثير تركيزه في هذه التجربة؟

الجزء الثالث - ت 06 - :

← تأثير الوسيط على سرعة التفاعل

نسكب في أربعة كؤوس بيشر 20ml من الماء الأوكسيجيني في كل كأس نترك الكأس الأول كشاهد نضيف للكأس كمية من محلول كلور الحديد الثلاثي نغمس في الكأس الرابع قطعة صغيرة من الكبد .

- ماذا تلاحظ ؟ . ماذا تستنتج ؟ و ماهي أنواع و أهمية الوسائط الحركية ؟ .

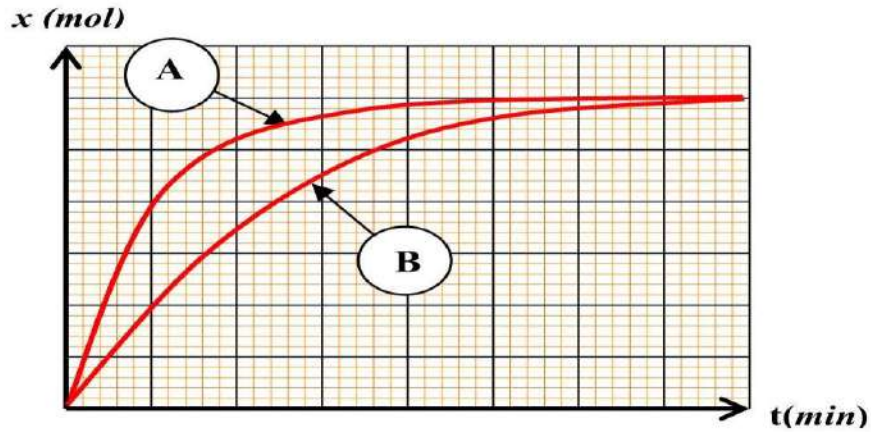
← تأثير سطح التلامس على سرعة التفاعل

نحضر ثلاث كؤوس بيشر تحتوي على نفس الحجم من الماء ونضع في الأول قرص فيتامين C والثاني نفس القرص لكن نقسمه إلى نصفين وفي الثالث نضع مسحوق حبة فيتامين C وفي نفس اللحظة الزمنية .
 ماذا تلاحظ ؟ ماذا تستنتج ؟ .

-نُحضِر كأسَي بيشر يحتويان على نفس الحجم من الماء المقطر مختلفين في درجة الحرارة ، نضع في نفس اللحظة الزمنية و في كل كأس قرص من فيتامين C .

كأس بيشر	الأول	الثاني
درجة الحرارة (°C)	20	70

1/- انسب كل منحنى بكأس بيشر الموافق له .



لحظة تأمل و تركيز

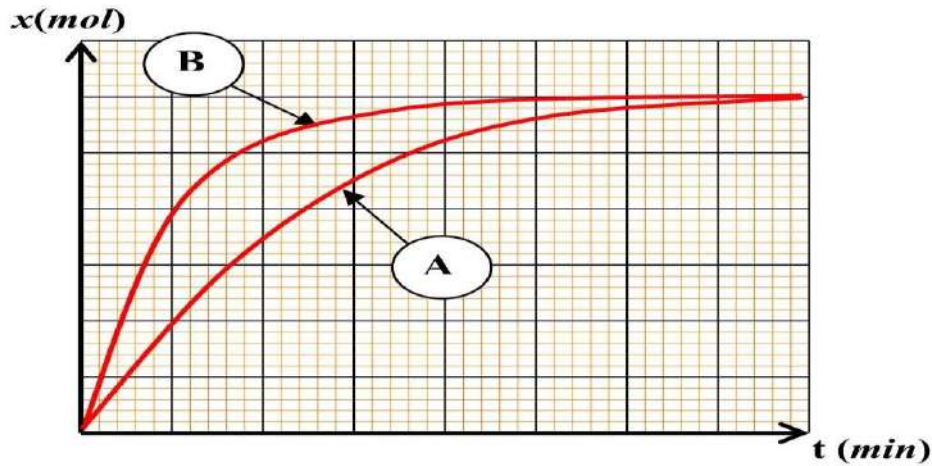
- ما نأمل بتحقيقه بالراحة ،، علينا أن نتعلم أولاً كيف نحققه بالجهد ،،

الجزء السادس - ت 06 - :

- تُحضّر كأسيتي بيشر يحتويان على نفس الحجم من الماء المقطر ولهما نفس درجة الحرارة ، نضع في نفس اللحظة الزمنية و في كل كأس قرص من فيتامين C بحيث الأول كامل و الثاني مسحوق .

كأس بيشر فيتامين C	الأول كامل	الثاني مسحوق
-----------------------	---------------	-----------------

- 1/- انسب كل منحنى بكأس بيشر الموافق له .
2/- أيّ من الحالتين تكون مساحة التلامس بين فيتامين C و الماء أكبر ؟

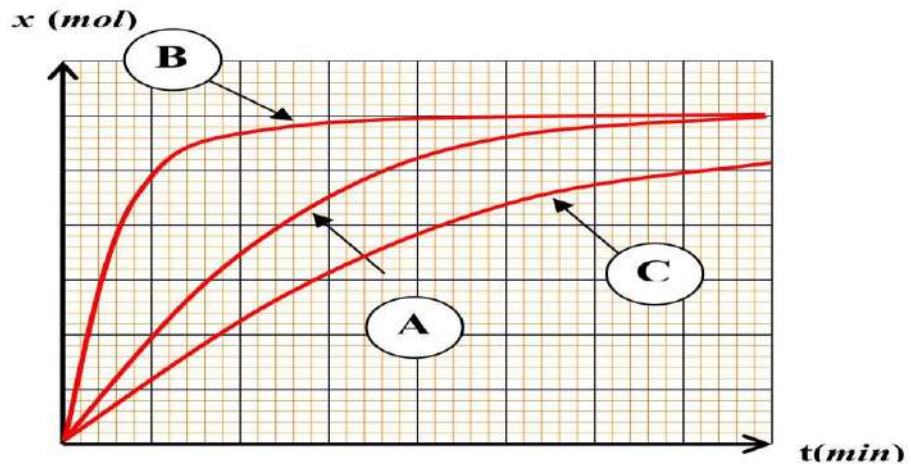


الجزء السابع - ت 06 - :

-نمزج $V=20\text{mL}$ من حمض الأكساليك ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) مع نفس الحجم من محلول برمنغنات البوتاسيوم ($\text{K}^++\text{MnO}_4^-$) مع إضافة قطرات من حمض الكبريت المركز كما يوضح الجدول -المتفاعل المحد في هذه التجربة هو ($\text{K}^++\text{MnO}_4^-$) .

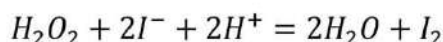
كأس بيشر [$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$] (mol/L)	الأول 0.005	الثاني 0.01	الثالث 0.1
[$\text{K}^++\text{MnO}_4^-$] (mol/L)	0.002	0.002	0.002
المدة الزمنية لنهاية التفاعل (min)	5	2	1

- 1/- انسب كل منحنى بكأس بيشر الموافق له .



الجزء الثامن - ت 06 - :

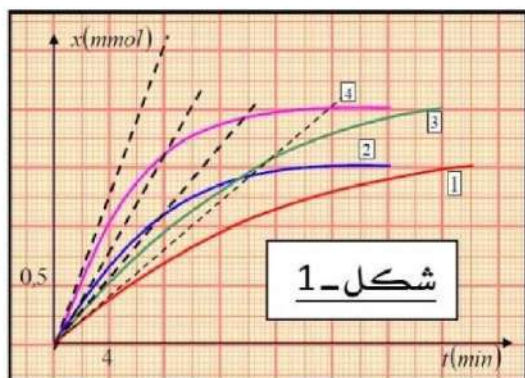
نحقق أكسدة شوارد اليود I^- بواسطة الماء الأكسجيني H_2O_2 في وسط حمضي ، تتم الأكسدة حسب تفاعل تام معادلته :



رقم التجربة	1	2	3	4
درجة الحرارة ($^{\circ}C$)	20	20	20	35
$[I^-]_0$ (mmol /L)	100	200	100	100
$[H_2O_2]_0$ (mmol /L)	30	30	40	40

نحقق أربعة تجارب، الحجم الكلي في كل تجربة $V = 50\text{mL}$ وكمية الحمض الذي يكون موجودا بوفرة تكون نفسها في كل تجربة، يبين الجدول التالي التجارب الأربعة:

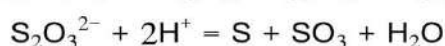
سمحت لنا النتائج المتحصل عليها برسم البيانات الموضحة في الشكل-1



- 1- حدد الثنائيتين (Ox/Red) للتفاعل السابق.
- 2- أحسب من هذه البيانات السرعة الحجمية عند بداية كل تجربة من التجارب الأربعة.
- 3- توجد تجربتان تسمحان باظهار مدى تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل.
- ما هما ؟ علل اجابتك.
- 4- توجد تجربتان تسمحان باظهار مدى تأثير التراكيز الابتدائية للمتفاعلات على سرعة التفاعل.
- ما هما ؟ علل اجابتك.

الجزء التاسع - ت 06 - :

ندرس تجريبيا التفاعل البطيء بين شوارد H^+ و شوارد الثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$ وفق المعادلة :



قمنا بثلاث تجارب في ظروف مختلفة ، الجدول المرفق يعطي شروط و نتائج التجارب الثلاث .

رقم التجربة	(1)	(2)
V_0 (mL) : حجم الماء (mL)	0	20
V_1 (mL) : حجم محلول ثيوكبريتات الصوديوم تركيزه $C_1 = 1 \text{ mol/L}$.	5	5
V_2 (mL) : حجم محلول حمض كلور الماء تركيزه المولي $C_2 = 0.2 \text{ mol/L}$	45	25
درجة الحرارة ($^{\circ}C$)	20	20
كتلة الكبريت المترسبة عند اللحظة $t_1 = 20 \text{ min}$: (10^{-3} g) . $(t_1 < t_r)$	$m_1 = 16$	m_2

- 1- عرف العامل الحركي .
- 2- أحسب التراكيز الابتدائية لكل من $S_2O_3^{2-}$ و H^+ في كل من التجريبتين (1) ، (2) . استنتج أي التجريبتين يكون فيها التفاعل أسرع .
- 3- قارن دون حساب بين قيمتي الكتلتين m_1 و m_2 عند اللحظة $t = 20 \text{ min}$.
- 4- كيف يجب أن نغير درجة الحرارة θ (زيادة أم نقصان) في التجربة (2) حتى نحصل على $m_1 = m_2$ عند اللحظة $t = 20 \text{ min}$. برر إجابتك .

تتأكسد شوارد اليود I^- بواسطة الماء الأكسجيني H_2O_2 في وسط حمضي H_3O^+ وفق التفاعل ذي المعادلة:



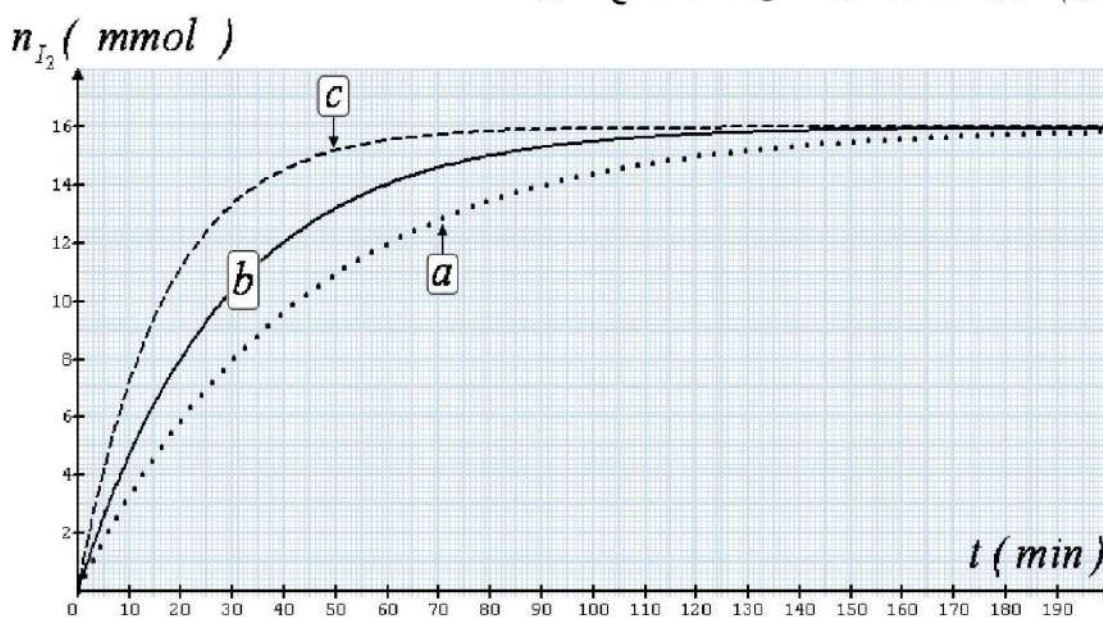
نحقق 3 تجارب في أحجام متساوية حسب شروط كل تجربة كما يوضحه الجدول التالي:

رقم التجربة	1	2	3
كمية المادة الابتدائية من H_2O_2 (mmol)	n_0	n_0	n_0
كمية المادة الابتدائية من I^- (mmol)	40	80	80
كمية المادة الابتدائية من H_3O^+	بوفرة	بوفرة	بوفرة
درجة حرارة الوسط التفاعلي	$20^\circ C$	$40^\circ C$	$20^\circ C$

بعد متابعة تطور تشكل كمية مادة ثنائي اليود I_2 في التجارب الثلاث تحصلنا على المنحنيات الثلاثة التالية (a)، (b) و (c).

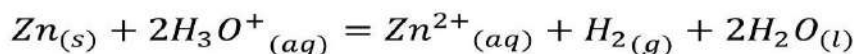
1- هل شوارد H_3O^+ تلعب دور وسيط أم متفاعل في التجارب الثلاث؟ علل.

2- أنسب رقم التجربة 1، 2، 3 لكل منحنى a، b، c مع التعليل.

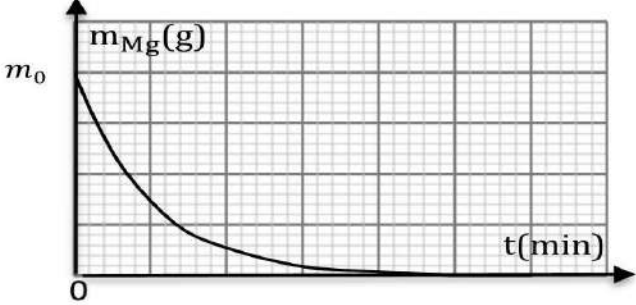
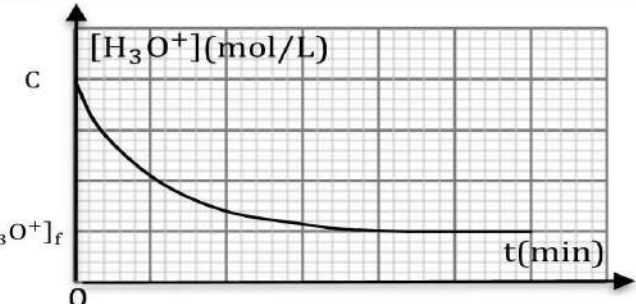
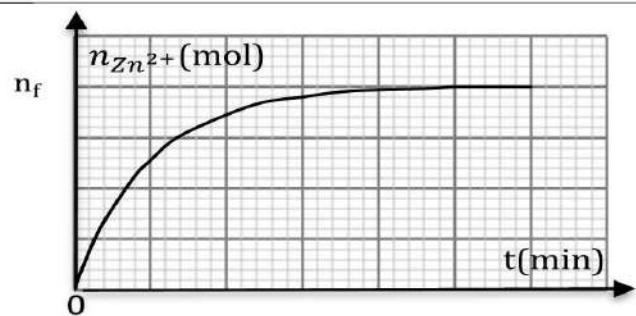


صبراً حين المحاولة ،، و إن طال الطريق ... فـ الامتياز آتٍ ،،

-نضع في بيشر محلول كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)_{(aq)}$ حجمه V وتركيزه المولي C قطعة من معدن الزنك $Zn_{(s)}$ كتلتها m_0 و كتلتها المولية $M(Zn)$, حيث نمذج معادلة التفاعل الكيميائي كما يلي :



- 1- انشئ جدول تقدم التفاعل .
- 2- انطلاقا من جدول التقدم , اجب على اسئلة كل بيان .

<p>-بين العبارات التالية :</p> <p>(a) $v_{\text{تفاعل}}(t) = -\frac{1}{M} \cdot \frac{dm}{dt}$</p> <p>(b) $v_{\text{vol}}(t) = -\frac{1}{M \cdot V} \cdot \frac{dm}{dt}$</p> <p>(c) $m(t_{\frac{1}{2}}) = \frac{m_0}{2}$</p>	
<p>-بين العبارات التالية :</p> <p>(a) $v_{\text{تفاعل}}(t) = -\frac{V}{2} \cdot \frac{d[H_3O^+]}{dt}$</p> <p>(b) $v_{\text{vol}}(t) = -\frac{1}{2} \cdot \frac{d[H_3O^+]}{dt}$</p> <p>(c) $[H_3O^+](t_{\frac{1}{2}}) = \frac{C + [H_3O^+]_f}{2}$</p>	
<p>-بين العبارات التالية :</p> <p>(a) $v_{\text{تفاعل}}(t) = \frac{dn}{dt}$</p> <p>(b) $v_{\text{vol}}(t) = -\frac{1}{V} \cdot \frac{dn}{dt}$</p> <p>(c) $n(t_{\frac{1}{2}}) = \frac{n_f}{2}$</p>	

-اذا علمت ان عبارة الناقلية النوعية $\sigma(t)$

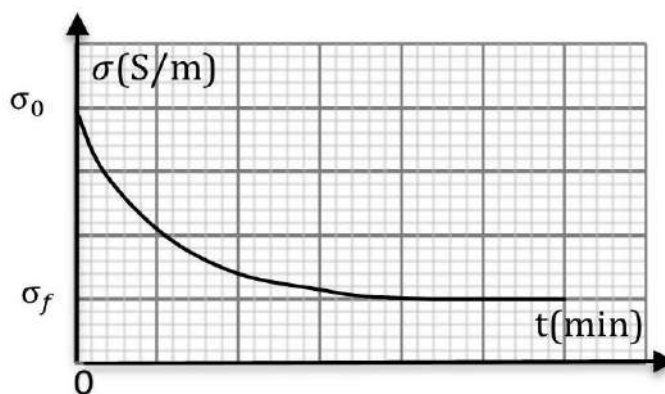
$$\sigma = \left(\frac{\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+}}{V} \right) \cdot x + \sigma_0$$

-بين العبارات التالية :

(a) $v_{\text{تفاعل}}(t) = \frac{V}{\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+}} \cdot \frac{d\sigma}{dt}$

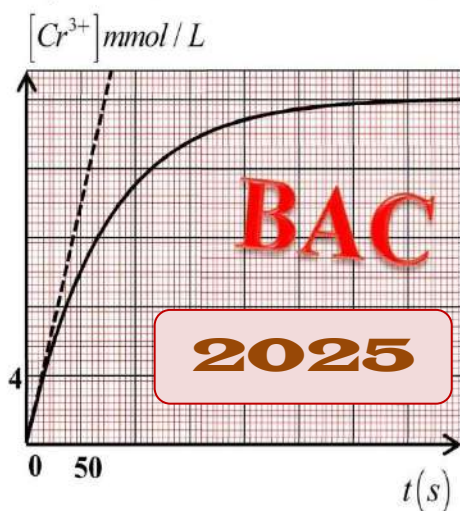
(b) $v_{\text{vol}}(t) = \frac{1}{\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+}} \cdot \frac{d\sigma}{dt}$

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

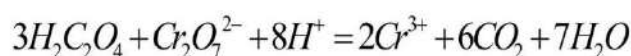


(خلص بكيفية ايجاد العلاقات والعلاقة بين السرعات)

نمزج في اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 50 \text{ ml}$ من المحلول (S_1) لحمض الاوكساليك $(H_2C_2O_4)$ تركيزه المولي $C_1 = 0,60 \text{ mol/L}$ مع حجم $V_2 = 50 \text{ ml}$ من المحلول (S_2) ثنائي كرومات البوتاسيوم $(K_2Cr_2O_7)$ تركيزه المولي $C_2 = 0,02 \text{ mol/L}$ في وسط حمضي، ونتابع تطور الجملة الكيميائية بدلالة الزمن حيث نحافظ على درجة الحرارة ثابتة ونتتبع تركيز شوارد (Cr^{3+}) الناتجة عن التفاعل فنحصل على البيان التالي :



1. المعادلة الإجمالية تكتب من الشكل :



2. أحسب كميات المادة الابتدائية للمتفاعلات

هل المزيج ستوكيومتري؟ علل؟

3. أنجز جدول تقدم التفاعل ثم إستنتج التقدم الأعظمي x_{max}

4. ماهي العلاقة التي تربط بين الأفراد الكيميائية بدلالة التقدم x ؟

5. بين أن : العلاقة : $[H_2C_2O_4] = \frac{C_1}{2} - \frac{V_{CO_2}}{2V_T V_M}$

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

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

9. بين أن السرعة الحجمية لتشكيل Cr^{3+} تعطى بالعلاقة التالية $v_{\text{vol}}(Cr^{3+}) = \frac{d[Cr^{3+}]}{dt}$

ثم أحسب قيمتها عند اللحظة $t = 0$

10. بين أن السرعة الحجمية لإختفاء $H_2C_2O_4$ تعطى بالعلاقة التالية $v_{\text{vol}}(H_2C_2O_4) = \frac{2}{3} v_{\text{vol}}(Cr^{3+})$

ثم أحسب قيمتها عند $t = 0$

11. بين أن السرعة الحجمية لإختفاء $Cr_2O_7^{2-}$ تعطى بالعلاقة التالية $v_{\text{vol}}(Cr_2O_7^{2-}) = \frac{1}{2} v_{\text{vol}}(Cr^{3+})$

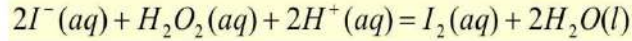
ثم أحسب قيمتها عند $t = 0$

12. أحسب التركيز النهائي $[Cr^{3+}]_f$ ، هل إنتهى التفاعل عند اللحظة $t = 200 \text{ s}$ ؟ علل؟

13. أوجد قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$

← المتابعة عن طريق المعايرة اللونية :

نريد متابعة تطور التحول الكيميائي والذي نمذجته بمعادلة التفاعل التالي عن طريق المعايرة اللونية :



لهذا نمزج 50 ml من محلول الماء الأكسجيني الشفاف $H_2O_2(aq)$ تركيزه المولي 56 mmol/L، 1ml من محلول حمض الكبريت المركز الشفاف $(2H^{+}_{aq} + SO_4^{2-}_{aq})$ تركيزه 3 mol/L و 50 ml من محلول يود البوتاسيوم $(K^{+}_{aq} + I^{-}_{aq})$ الشفاف ذو التركيز 0.2 mol / L. بعد رج المزيج لجعله متجانسا، نجزئه إلى 10 عينات حجم كل منها 10 mL.

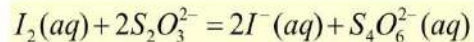
في اللحظة t_1 نقوم بسقي العينة رقم 1، ثم نعاير ثنائي اليود $(I_2(aq))$ الناتج والذي تحويه العينة 1 بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^{+} + S_2O_3^{2-})_{aq}$ تركيزه المولي 1-0.040 mol.L. C.

ولهذا الغرض نضيف إلى العينة قطرات من صمغ النشاء (أو بعض قطرات من محلول التيودان) لتأخذ العينة ذات اللون الأصفر لاحتوائها على ثنائي اليود، لونا أزرقا والذي يزول عند بلوغ التكافؤ دلالة على اختفاء ثنائي اليود كليا، ونسجل قيمة الحجم V_E المضف عند التكافؤ. في اللحظة t_2 نقوم بسقي العينة رقم 2، ثم نعاير ثنائي $(I_2(aq))$ الذي تحويه العينة 2 وهكذا

- 1) ما الذي يمكنك قوله عن العينات فيما يخص تركيبها؟
- 2) أيمن عدم تجزئة الوسط التفاعلي إلى عينات وإجراء المعايرة المتتابعة، كيف ذلك؟
- 3) لغرض معرفة تركيب الوسط التفاعلي في أية لحظة، وبعد معايرة جميع العينات، سجلنا الحجم المضف عند التكافؤ في الجدول التالي :

T (s)	0	60	160	270	360	510	720	900	1080	1440	1800
V_E (mL)	0	2.2	4,8	6,5	7,5	9	10.5	11,5	12,5	13,5	14
$n_{I_2}(t)$ (mmol)											

❖ إنطلاقا من معادلة التفاعل النمذجة للمعايرة :

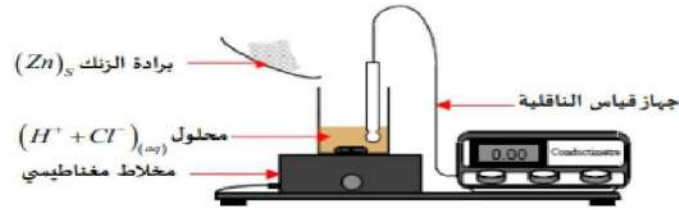


- أوجد عبارة كمية مادة اليود المتشكل عن طريق التفاعل البطيء للمدروس بدلالة $n_{I_2}(t)$ حجم محلول ثيوكبريتات البوتاسيوم المكافئ اللازم للمعايرة V_E وتركيزه المولي C. أتمم الجدول.
- أنجز جدول التقدم للتحول الكيميائي المتابع زمنيا.
- أوجد عبارة تقدم التفاعل $X(t)$ بدلالة كمية مادة ثنائي اليود $n_{I_2}(t)$ المتشكل.
- أوجد تركيب الجملة الكيميائية عند اللحظة $t=360s$.

متابعة عن طريق قياس الناقلية :

i. يتفاعل حمض كلور الهيدروجين مع معدن الزنك وفق تحول تام ينمذج وفق المعادلة الآتية :

في اللحظة $t = 0$ s نضع كتلة $m = 1$ g من الزنك ونضيف لها $V = 40$ mL من محلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي $C = 0.5$ mol / L .



1) انجز جدول التقدم لتفاعل الحادث

كمية مادة الزنك :
كمية مادة حمض كلور الماء :

معادلة التفاعل		$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} = Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$			
حالة التفاعل	تقدم التفاعل	كميات المادة بوحدة المول			
الابتدائية	0				
الانتقالية	x				
النهائية	x_f				

2) استنتج التقدم الاعظمي و للتفاعل المحد .

.....
.....
.....

ii. لمتابعة تطور التفاعل الكيميائي الحادث نقيس الناقلية النوعية للمزيج باستعمال البروتكول التجريبي الموضح و الذي يمكننا من الحصول على النتائج المتحصل عليها في الجدول التالي :

$t(s)$	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
$\sigma(S / m)$	21,5	17,5	14,25	12	10,5	9,1	8,2	7,5	7,25	7
$x (mmol)$	0	2,58	4,67	6,13	7,1	8	8,6	9,03	9,2	9,35

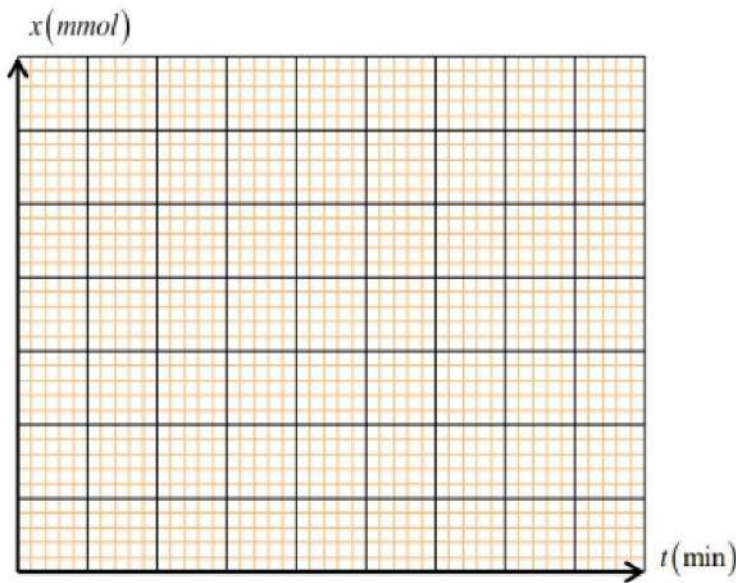
1) لماذا يمكن متابعة هذا التحول الكيميائي بطريقة قياس الناقلية

2) لماذا تتناقص الناقلية النوعية مع مرور الزمن .

3) بين ان عبارة الناقلية النوعية للمزيج تعطى بالعلاقة التالية : $\sigma(t) = 21,5 - 1550.x(t)$ حيث تعطى لك :

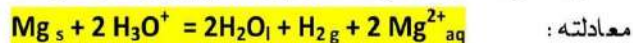
$$M(Zn) = 65,4 \text{ g/mol}, \lambda(Zn^{2+}) = 9 \text{ ms.m}^2/\text{mol}, \lambda(H^+) = 35,5 \text{ ms.m}^2/\text{mol}, \lambda(Cl^-) = 7,5 \text{ ms.m}^2/\text{mol}$$

4) اكمل الجدول ثم لرسم البيان $X = f(t)$.



← للتابعة عن طريق قياس الضغط :

ننمذج التحول الكيميائي الحاصل بين المغنيزيوم Mg ومحلول حمض كلور الهيدروجين يتفاعل أكسدة - لرجاع

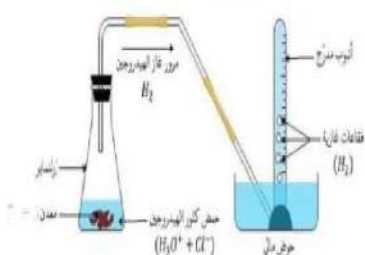


ندخل كتلة من معدن المغنيزيوم $m = 1 \text{ g}$ في كأس به محلول من حمض كلور الهيدروجين حجمه $V = 60 \text{ mL}$ وتركيزه المولي $C = 5 \text{ mol / L}$ فنلاحظ انطلاق غاز ثنائي الهيدروجين وتزايد حجمه تدريجيا حتى اختفاء كتلة المغنيزيوم كلياً ، نجمع غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق ونقيس حجمه كل دقيقة فنحصل على النتائج المدونة في الجدول :

T (mn)	0	1	2	3	4	5	6	7
V _{H₂} (mL)	0	336	625	810	910	970	985	985
X (mol)								

1) انشأ جدول تقدم التفاعل .

01 البروتوكول التجريبي لقياس حجم غاز



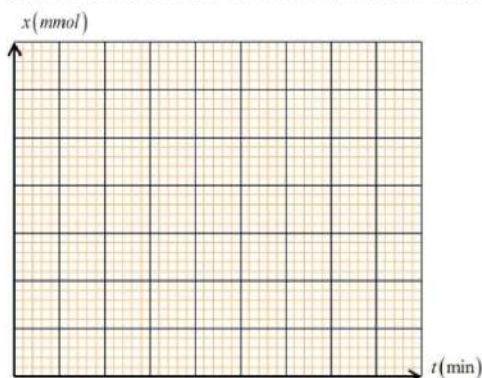
معادلة التفاعل		$Mg_{(s)} + 2 H_3O^+ = 2 H_2O_{(l)} + H_{2(g)} + 2 Mg^{2+}_{(aq)}$					
حالة التفاعل	تقدم التفاعل	كميات المادة بوحدة المول					
الابتدائية	0						
الانتقالية	X						
النهائية	X _f						

2) اكمل جدول القياسات بحيث X يمثل تقدم التفاعل .

3) لرسم المنحنى البياني $X = f(t)$ بسلم مناسب .

4) عين التقدم النهائي X_f للتفاعل الكيميائي وحدد متفاعل المحد .

5) احسب تركيز شوارد الهيدرونيوم H_3O^+ في الوسط التفاعلي عند انتهاء التحول الكيميائي .



المعطيات :

$M(Mg) = 24.3 \text{ g / mol}$

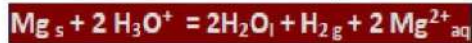
$V_m = 24 \text{ L/mol}$

← المتابعة الزمنية عن طريق الضغط :

عند اللحظة $t = 0$ s وفي درجة حرارة ثابتة T نضع بسرعة حجم $V = 75$ mL من محلول حمض الكبريت ذي تركيز $C = 0.4$ mol /L على كتلة $m = 0.185$ g من مسحوق المغنيزيوم Mg (الشكل 01) .
الضغط المقاس في هذه اللحظة بجهاز قياس الضغط هو $P_0 = 1.02 \cdot 10^5$ pa .
ان تشكل ثنائي الهيدروجين يسبب زيادة في الضغط الذي يجمع مع الضغط الجوي الموجود في البداية . فيم الضغط المقاس في لحظات مختلفة مدونة في الجدول التالي :

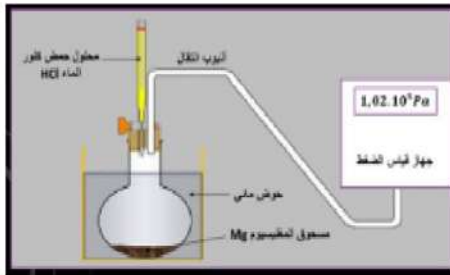
t (mn)	0	9	25	50	80	140	190	240	300
P (pa) 10^2	1020	1120	1259	1452	1608	1744	1757	1757	1757
X (mmol)									

تعطى معادلة التفاعل بتحول تام بالشكل التالي :



الطلوب :

1) انجز جدول التقدم التفاعل .



معادلة التفاعل		$\text{Mg}_s + 2 \text{H}_3\text{O}^+ = 2\text{H}_2\text{O}_l + \text{H}_{2g} + 2 \text{Mg}^{2+}_{aq}$					
حالة التفاعل	تقدم التفاعل	كميات المادة بوحدة المول					
الابتدائية	0						
الانتقالية	X						
النهائية	X _f						

2) احسب التقدم الاعظمي ، ثم استنتج المتفاعل المحد .

.....
.....
.....

3) نعتبر غاز الهيدروجين المنطلق من التفاعل هو غاز مثالي .

إذا كان V_g هو حجم غاز ثنائي الهيدروجين بالدورق و كان P_0 الضغط عند اللحظة $t = 0$ s و P عند لحظة t .

فإن الضغط غاز H_2 يعطى في كل لحظة بالعلاقة : $P_{\text{H}_2} = P_t - P_0$

- ماهي العلاقة التي تربط كمية المادة H_2 بالمقادير التالية : P_0, P_t, V_g, R, T ثم استنتج العلاقة التي تربط التقدم $X(t)$ مع المقادير السابقة .

.....
.....
.....
.....
.....

4) نرمز الى الضغط المقاس في الحالة النهائية P_{max} .

• اكتب العلاقة التي تعطي التقدم X_{max} بدلالة P_0 , P_{max} , V_g , R , T

• استنتج العلاقة التي تعطي التقدم : $X(t) = X_{max} \left(\frac{Pt - P_0}{P_{max} - P_0} \right)$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

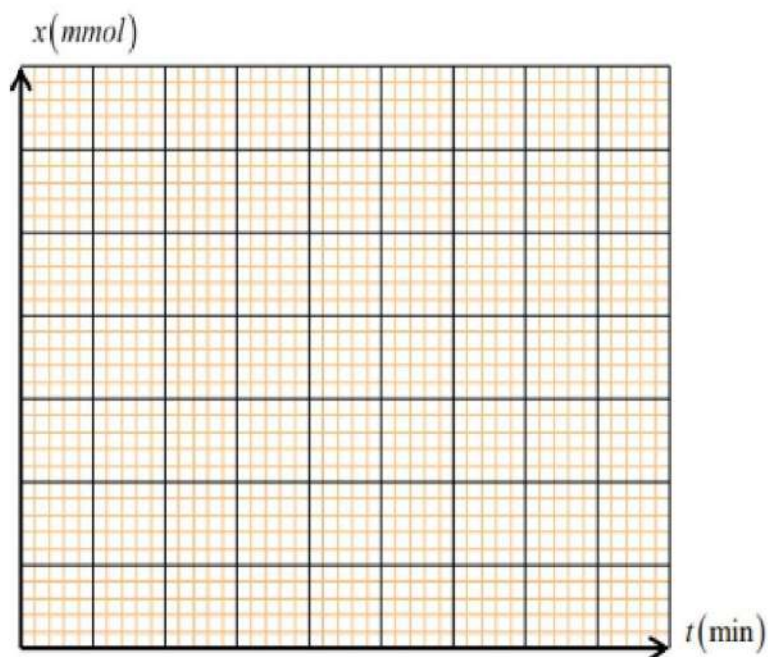
.....

.....

5) اكمل الجدول السابق .

.....

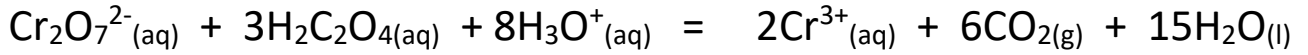
6) لرسم المنحنى الذي يمثل تطور التقدم التفاعل $X(t)$ بدلالة الزمن t .



التمرين 13 :

* نحضر في المختبر المحاليل التالية : - محلولاً حمضاً بزيادة لثنائي كرومات البوتاسيوم
($2K^+_{(aq)} + Cr_2O_7^{2-}_{(aq)}$) تركيزه المولي $C_1 = 1,6.10^{-2} \text{ mol/L}$.

- محلول مائي لحمض ايثان ثنائي ويك (حمض الأكزاليك $H_2C_2O_4$) ، تركيزه $C_2 = 6,0.10^{-2} \text{ mol/L}$.
* ندرس تطور المزيج المتشكل من 50ml من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم و 50ml من محلول حمض الأكزاليك بدلالة الزمن ، حيث المعادلة المنمذجة للتحويل الحادث هي :



* نثبت درجة الحرارة عند $10^\circ C$ و نتابع بواسطة المعايرة التطور الزمني لتركيز شوارد Cr^{3+} المتشكلة أثناء التحويل فنحصل على البيان في الوثيقة (1) المرفقة.

1 / علما أن الثنائيتين الداخلتين في التفاعل : $(Cr_2O_7^{2-} / Cr^{3+})$ ، ، $(CO_2 / C_2H_2O_4)$.

أ - بين أن التحويل الحادث هو تفاعل أكسدة-إرجاعية ؟ .

ب - أحسب كمية المادة الابتدائية لشوارد البيكرومات (ثنائي كرومات) $Cr_2O_7^{2-}$ و حمض الأكزاليك.

ج - أنجز جدول تقدم التفاعل و استنتج التقدم الأعظمي علما أن التفاعل تام .

2 / - أ / استنتج العلاقة بين $[Cr^{3+}]$ و التقدم x .

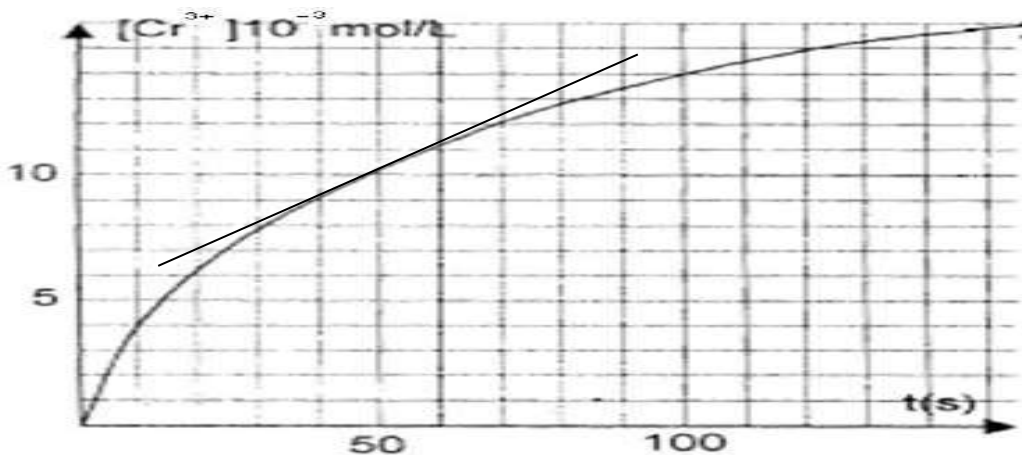
ب / بين أن عبارة سرعة التفاعل تكتب من الشكل $v = \frac{V}{2} \cdot \frac{d[Cr^{3+}]}{dt}$

ج / حدد قيمتها بيانيا عند اللحظة $t = 50s$.

3 / هل ينتهي التفاعل عند اللحظة $t = 160s$ ؟ بيّن ذلك .

4 / أ - عرف زمن نصف التفاعل .

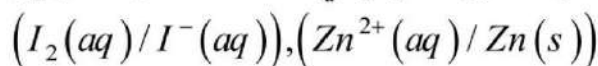
ب - اشرح كيف يمكن الحصول عليه من البيان، ثم حدد قيمته .



الوثيقة (1)

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: $v(t) = \frac{1}{A} \frac{d\sigma(t)}{dt}$.

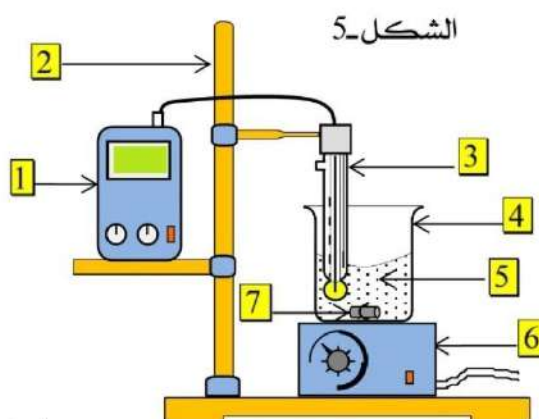
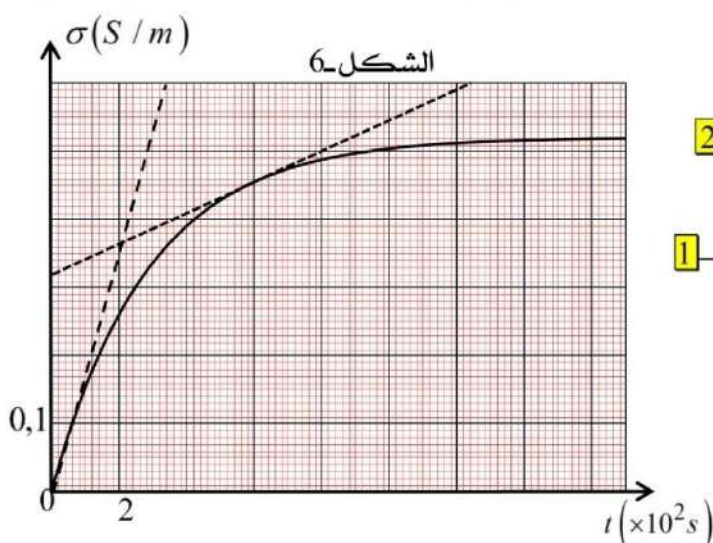
ب- أحسب قيمة سرعة التفاعل عند اللحظتين: $t_1 = 0$ و $t_2 = 600s$.

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

8. نعيد نفس التجربة ولكن 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.

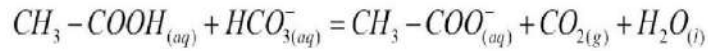
المعطيات: $\lambda(Zn^{2+}) = 10,56mS.m^2/mol$; $\lambda(I^-) = 7,7mS.m^2/mol$; $M(Zn) = 65,4g/mol$



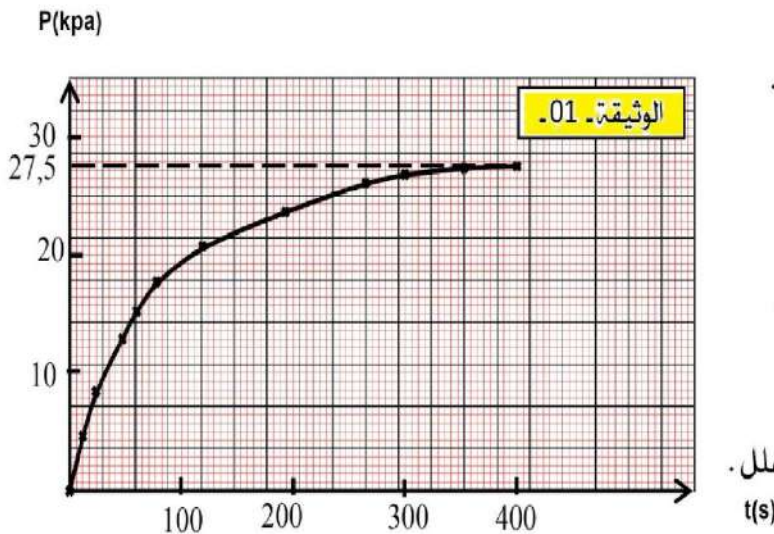
التمرين 15 : المتابعة الزمنية لتحول كيميائي عن طريق قياس الضغط

ندخل في قارورة سعتها $V = 1,4L$ مفرغة من الهواء حجما $V = 50mL$ من محلول حمض الأيثانويك $CH_3COOH_{(aq)}$ 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 تحولا تاما 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. بالاعتماد 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 ووحدته ، 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 $V = 50mL$.

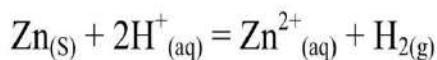
يعطى : $M_{(NaHCO_3)} = 84g/mol$

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

حقيقة النجاح ... لا يتطلب عذراً ... و الامتياز !!! ،؟ ، ... تمنن ، ،

التمرين 16 : المتابعة الزمنية لتحول كيميائي عن طريق قياس الحجم

لمتابعة التطور الزمني للتحويل الكيميائي الحاصل بين محلول حمض كلور الهيدروجين الذي ينمذج 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 ثابتاً خلال مدة التحويل 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 التحويل 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 و تركيز

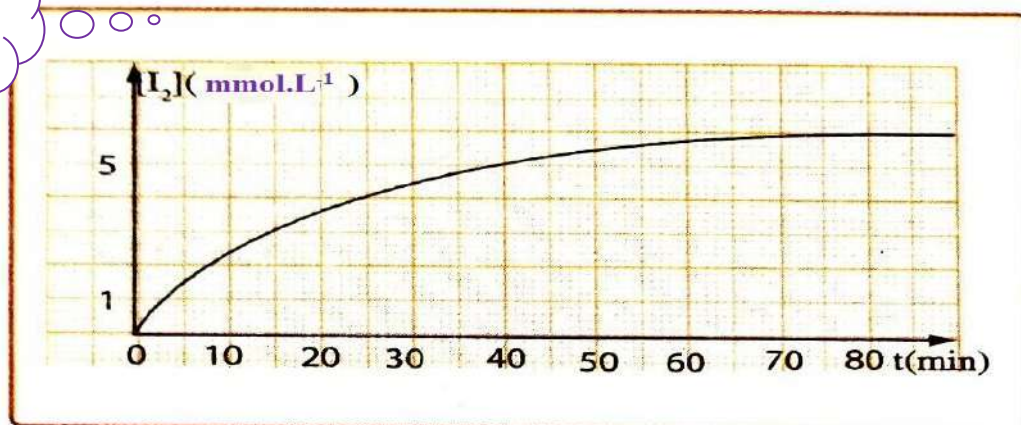
- **المُنَافَسَةُ الحَقِيقِيَّة** دائماً ما تكون بين ما تقوم **بعمله** و ما **أنت قادر** عليه ، ،
- ... **إنّك تقيس نفسك بنفسك و ليس مع أي شخص آخر** ...

التمرين 17:

- في اللحظة $t=0s$ ، نمزج حجما $V_1= 500\text{ ml}$ من محلول مائي S_1 ليبروكسود يكبريتات البوتاسيوم $\{ 2K^+_{(aq)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)} \}$ ذي التركيز المولي : $C_1= 1,5 \cdot 10^{-2}\text{ mol.L}^{-1}$ مع حجم $V_2= 500\text{ ml}$ من محلول مائي S_2 ليود البوتاسيوم $\{ K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)} \}$ ذي التركيز C_2 .
- في لحظات مختلفة ، نقوم بأخذ أجزاء متساوية من المزيج ونبردها بوضع الجليد الذائب . نعاير ثنائي اليود المتشكل خلال التحول الكيميائي ، ثم نرسم المنحنى الذي يمثل تغيرات التركيز المولي $[I_2(aq)]$ بدلالة الزمن t .

الشكل

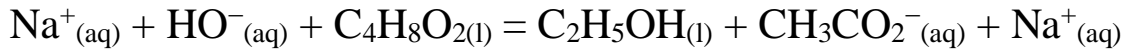
01



1. لماذا نبرّد الأجزاء في الجليد ؟ .
2. أ. ما هو النوع الكيميائي المرجع ؟ عِلّل . ب. ما هو النوع الكيميائي المؤكسد ؟ عِلّل .
3. علما أنّ الثنائية مؤ/مر الداخلة في التفاعل : $(I_2(aq) / I^-_{(aq)})$ و $(S_2O_8^{2-}_{(aq)} / SO_4^{2-}_{(aq)})$. أكتب معادلة التفاعل الأكسدة الأرجاعية الحادث .
4. عين كميات المادة الابتدائية للمتفاعلات .
5. أنجز جدولا لتقدم التفاعل و بيّن أنّ البيان الممثل لتغيرات التقدم x بدلالة الزمن t يتطور بنفس الطريقة التي يتطور بها البيان $[I_2(aq)] = f(t)$ الممثل أعلاه في الشكل {1} .
6. أحسب السرعة الحجمية للتفاعل المدروس في اللحظة : $t= 25\text{ min}$.
7. عين التركيز المولي النهائي لثنائي اليود $[I_2(aq)]$. ثم استنتج المتفاعل المحدّ .
8. عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ؟ . عيّن قيمته .
9. أحسب التركيز المولي الابتدائي C_2 لمحلول يود البوتاسيوم .

التمرين 18 : المتابعة الزمنية لتحول كيميائي عن طريق قياس الناقلية

* نريد الحصول على إيثانوات الصوديوم في المختبر انطلاقاً من تفاعل إيثانوات الإيثيل مع محلول هيدروكسيد الصوديوم ، عند درجة حرارة المحيط ، هذا التحول تام و ينمذج بتفاعل كيميائي معادلته كما يلي :



معطيات : - الناقلية المولية الشاردية عند 20°C لبعض الشوارد :

الشاردة	Na^+	HO^-	CH_3CO_2^-
$\lambda \text{ (S.m}^2\text{.mol}^{-1}\text{)}$	$5,0 \times 10^{-3}$	$2,0 \times 10^{-2}$	$4,1 \times 10^{-3}$

- الكتلة المولية لإيثانوات الإيثيل: $M = 88 \text{ g.mol}^{-1}$

- الكتلة الحجمية لإيثانوات الإيثيل: $\rho = 0,90 \text{ g.ml}^{-1}$

- 1-** نضع في بيشر حجماً $V_0 = 200 \text{ ml}$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C_0 = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ ، نشغل المخلاط المغناطيسي، في اللحظة $t = 0$ نضيف حجماً $V_I = 1,0 \text{ ml}$ من إيثانوات الإيثيل ، ثم نغمر في المزيج خلية قياس الناقلية لمتابعة قيمة الناقلية النوعية σ للمزيج بمرور الزمن. درجة حرارة الوسط التفاعلي تبقى ثابتة عند 20°C .
- 1.1 - أحسب كميات المادة الابتدائية في المزيج لكل من هيدروكسيد الصوديوم و إيثانوات الإيثيل
- 2.1 - أنشئ جدول تقدم التفاعل، وحدد المتفاعل المحدد.

2- نهمل الحجم V_I ، ونعتبر حجم المزيج $V = V_0$:

- 1.2 - أكتب عبارة الناقلية النوعية للمزيج σ بدلالة $[X_i]$ و λ_i ، حيث $[X_i]$ يمثل تركيز النوع الشاردي في المحلول ، و λ_i الناقلية المولية الشاردية لهذا النوع .

2.2 - بين أن عبارة الناقلية النوعية للمزيج في اللحظة $t = 0$ هي : $\sigma_0 = (\lambda_{\text{Na}^+} + \lambda_{\text{HO}^-}) \cdot C_0$

3.2 - بين أن عبارة σ للمزيج في أي لحظة t بدلالة تقدم التفاعل x هي :

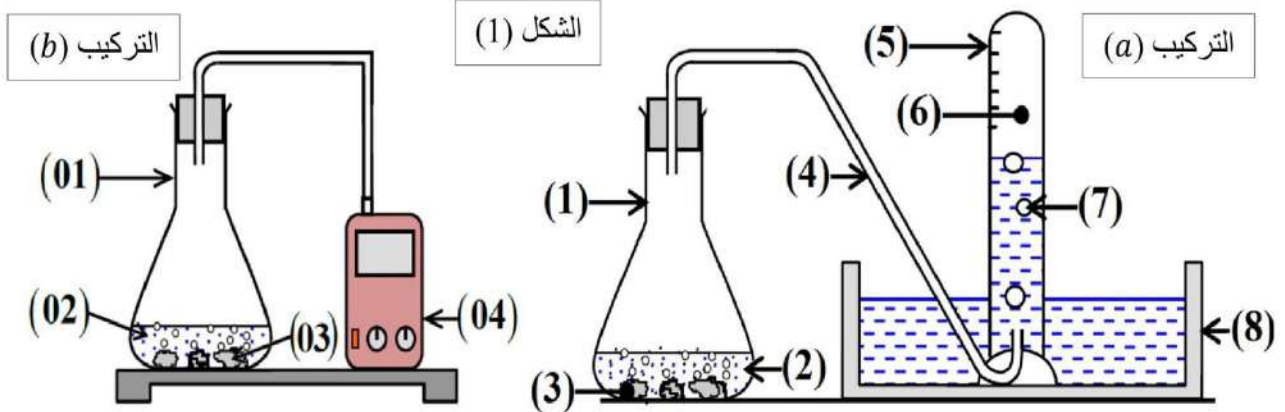
$$\sigma = \sigma_0 + \frac{x}{V} (\lambda_{\text{CH}_3\text{CO}_2^-} - \lambda_{\text{HO}^-})$$

3- متابعة الناقلية النوعية σ للمزيج سمحت بالحصول على جدول القياسات التالي:

$t(\text{min})$	0	2	4	6	8	10	12	14
$\sigma(\text{mS.m}^{-1})$	25	15,8	11,9	10,3	9,5	9,2	9,1	9,1
$x(\text{mmol})$								

- 1.3 - لماذا تتناقص الناقلية النوعية للمحلول أثناء هذا التحول الكيميائي؟
- 2.3 - أكمل جدول القياسات بحساب قيم تقدم التفاعل x في اللحظات السابقة ، ثم ارسم المنحنى $x(t)$.
- 3.3 - عرّف السرعة الحجمية للتفاعل، كيف تتغير هذه السرعة بمرور الزمن ؟ برّر إجابتك.
- 4.3 - هل يمكن اعتبار التفاعل قد انتهى في اللحظة $t = 14 \text{ min}$ ؟ علّل.
- 5.3 - عرّف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ وحدد قيمته.
- 6.3 - نعيد نفس التجربة في حمام مائي عند 40°C :
- هل قيمة $t_{1/2}$ تزداد ، تنقص ، أم تبقى كما هي؟ برّر إجابتك.

توجد في المخبر قارورة كتب عليها مسحوق المغنيزيوم Mg غير النقي (يحتوي على شوائب لا تتفاعل) درجة نقاوته P نمذج التحول الكيميائي التام والبطيء بالمعادلة : $Mg(s) + 2H_3O^+_{(aq)} = Mg^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$ نضع كتلة $m' = 1,5 g$ من مسحوق Mg في بالون زجاجي حجمه V_{int} يحتوي 200 ml من محلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه $C = 1 mol/l$ عند درجة حرارة ثابتة $25^\circ C$ ، تتم متابعة هذا التحول عن طريق قياس ضغط غاز الهيدروجين المنطلق والذي نعتبره غازا مثاليا وذلك اعتمادا على أحد التركيبين التجريبيين الموضحين في الشكل (1):

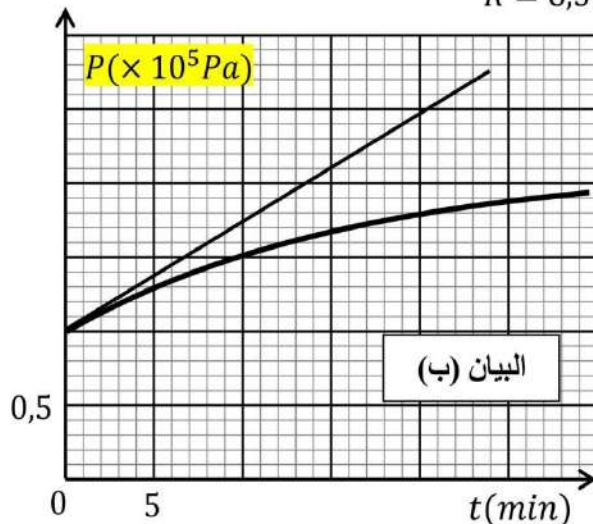


- 1- اختر التركيب التجريبي المستعمل في هذه المتابعة ، ثم سمى العناصر المرقمة فيه
- 2- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل واستخرج عبارة ضغط غاز الهيدروجين P_{H_2} بدلالة T, R, V_{H_2}, x
- 3- عبر الضغط P في البالون بدلالة P_0, V_{H_2}, R, T, x حيث P_0 هو ضغط الهواء داخل البالون
- 4- اعتمادا على الشكل (2) ، احسب: حجم الغاز المنطلق V_{H_2} ، حجم البالون الزجاجي ، التقدم الأعظمي x_{max}
- 5- استنتج المتفاعل المحد ، واحسب النسبة الكتلية $P(\%)$ لمسحوق المغنيزيوم
- 6- عرف السرعة الحجمية للتفاعل واكتب عبارتها بدلالة الضغط البالون ، احسب قيمتها الأعظمية
- 7- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ، حدده بيانيا
- 8- نستعمل نفس الكتلة السابقة لكن على شكل قطعة ، أعد رسم منحنى البيان (ب) في نفس المنحنى السابق مع التعليل

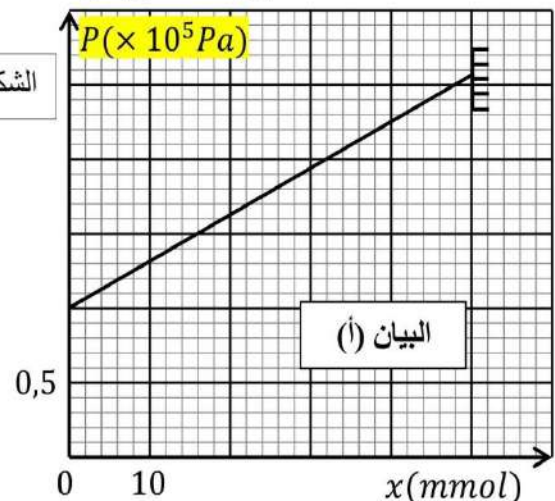
$$R = 8,314 SI$$

$$M(Mg) = 24 g/mol$$

المعطيات :

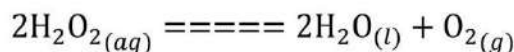


الشكل (2)





الماء الأكسجيني أو محلول بيروكسيد الهيدروجين يستعمل كمعقم للجروح .
يتفكك H_2O_2 تلقائيا لذلك يحفظ في قارورة ذات لون بني يحمي من امتصاص الضوء ويمنع تفاعل الأكسدة وإذا تم تعريضه للتسخين أو كميات من المعادن أو شوارد المعادن فإنه سيتحول إلى الماء والأكسجين وفق المعادلة :



تحمل لصاقة القارورة الكتابة ماء أوكسجين 10 Vol ، والتي تعني أن 1 L من الماء الأكسجيني ينتج بعد تفككه 10 L من غاز الأكسجين في الشرطين النظاميين

1- مثل جدول تقدم التفاعل المنمذج لتفكك الماء الأكسجيني

2- أثبت أن التركيز المولي الابتدائي C_0 للماء الأكسجيني يعبر عنه بالعلاقة التالية : $C_0 = \frac{2}{V_M} \cdot \frac{V(O_2)}{V(H_2O_2)}$

3- بين أن التركيز المولي الابتدائي C_0 للماء الأكسجيني الموافق للكتابة 10 Vol هو : $C_0 = 0,893 \text{ mol/L}$

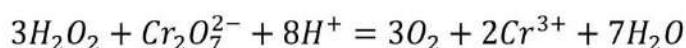
4- نريد التأكد من أن قارورة للماء الأكسجيني المكتوب عليها 10 Vol محضرة حديثا أو محضرة منذ مدة ، لذلك نأخذ

عدة انابيب اختبار يحتوي كل منها حجم $V_0 = 10 \text{ mL}$ من القارورة ونضعها عند اللحظة $t = 0$ في حمام مائي درجة حرارته ثابتة ، عند كل لحظة t ، نفرغ انبوبة اختبار في بيشر ونضيف اليه ماء وقطع جليد وقطرات من حمض الكبريت

المركز $(2H_3O^+ + SO_4^{2-})$ ، ثم نعاير المزيج بمحلول مائي لثنائي كرومات البوتاسيوم $(2K^+ + Cr_2O_7^{2-})$

تركيزه المولي $C = 0,1 \text{ mol/L}$ فنحصل في كل مرة على الحجم V_E اللازم لبلوغ التكافؤ ، سمحت النتائج المتحصل عليها برسم المنحنى الممثل في الشكل(1).

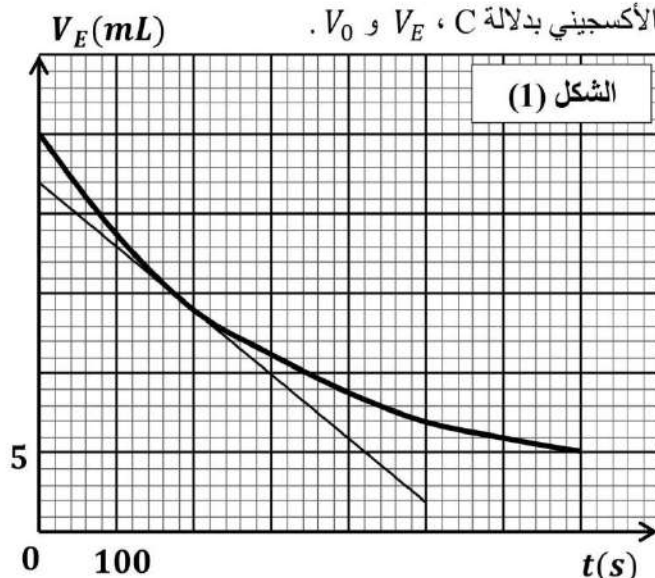
ننمذج تفاعل المعايرة بالمعادلة :



أ- هل يؤثر اضافة الماء وقطع الجليد على قيمة التكافؤ V_E ؟ لماذا؟

ب- هل يمكن اعتبار حمض الكبريت كوسيط في هذا التفاعل؟ علل.

5- عبر عن التركيز المولي $[H_2O_2]$ لمحلول الماء الأكسجيني بدلالة C ، V_E و V_0 .



6- هل هذا المحلول محضر حديثا ؟ علل.

7- بالاعتماد على المنحنى جد :

أ- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

ب- قيمة السرعة الحجمية لاختفاء الماء

الأكسجيني عند اللحظة $t = 200 \text{ s}$

8- لو أعدنا التجربة السابقة بتمديد المحلول

الابتدائي للماء الأكسجيني قبل بداية التجربة ،

ارسم كيفيا شكل المنحنى في هذه الحالة مع التبرير

المعطيات : $V_M = 22,4 \text{ L/mol}$

في درجة حرارة ثابتة نمزج عند اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 100\text{mL}$ من محلول مائي ليبروكسيديكبريتات 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 $C_2 = 8.10^{-2}\text{mol/L}$ التحول الكيميائي ينمذج بالمعادلة: $S_2O_8^{2-}(aq) + 2I^-(aq) = 2SO_4^{2-}(aq) + I_2(aq)$

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 حجمها $V_0 = 10\text{mL}$ 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- أكتب 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 البيروكسيديكبريتات في المزيج لحظة انطلاق التفاعل ثم عبر عن $[S_2O_8^{2-}]$ في لحظة t بدلالة V_E ثم اكمل الجدول.

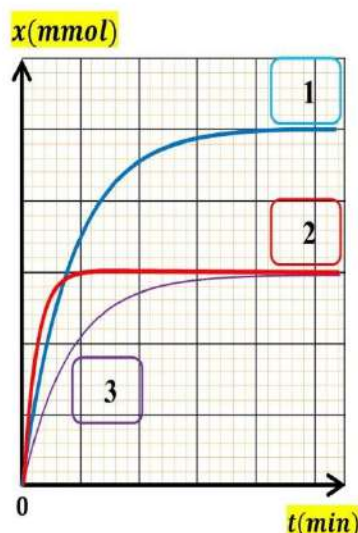
$t(\text{min})$	0	5	10	15	20	30	45
$[S_2O_8^{2-}](\text{mol/L})$							

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
الاولى	0,25	4.10^{-2}	20°C
الثانية	0,25	6.10^{-2}	20°C
الثالثة	0,25	4.10^{-2}	40°C

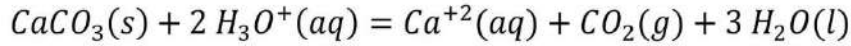
يكون في كل تجربة حجم محلول البيروكسيديكبريتات البوتاسيوم $V_3 = 200\text{mL}$ وحجم محلول يود البوتاسيوم $V_3 = 200\text{mL}$ فنحصل على البيانات التالية في الشكل

المقابل حيث x هو تقدم التفاعل.

أ- حدد البيان الخاص بكل تجربة مع التبرير.

ب- ما هو العوامل الحركية التي تبرزها هذه التجارب.

يتكون الطباشير بشكل أساسي من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ والباقي مواد تعطي الطباشير الشكل والقوة للكتابة به على اللوح ، لتحديد النسبة المئوية لكربونات الكالسيوم في الطباشير $P(\%)$ ، نغمس عند اللحظة $t = 0$ قطعة من الطباشير كتلتها $m' = 0,28 g$ في حجم $V = 200 mL$ من محلول $(H_3O^+ + Cl^-)$ تركيزه المولي C .
ننمذج التحول الكيميائي البطيء و التام الحادث بمعادلة التفاعل التالية:



نتابع تطور التحول الكيميائي عند الدرجة $\theta = 25^\circ C$ باستعمال جهاز قياس الناقلية النوعية فنحصل على الشكل (2).



- 1- فسّر سبب تناقص الناقلية النوعية بمرور الزمن.
- 2- تعرف على العناصر المرقمة في الشكل (1).
- 3- انجز جدول تقدم التفاعل.
- 4- اكتب عبارة الناقلية النوعية الابتدائية σ_0 بدلالة كل من : $\lambda(H_3O^+)$ ، $\lambda(Cl^-)$ والتركيز C .

5- عيّن بيانياً قيمة σ_0 ، ثم أحسب التركيز المولي C .

6- بيّن أن الناقلية النوعية للمزيج $\sigma(t)$ عند لحظة t تكتب بدلالة تقدم التفاعل x على النحو:

$$\sigma(t) = -290 x_t + 0,852$$

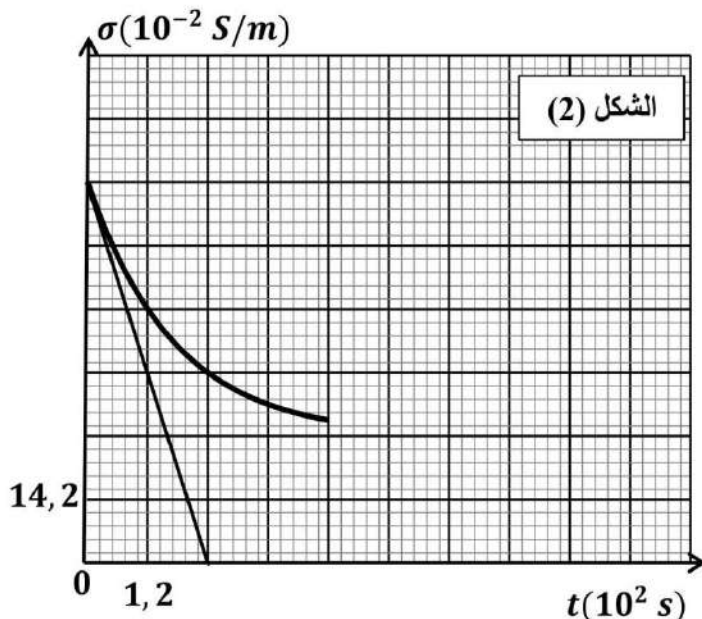
7- علماً أن زمن نصف التفاعل هو $t_{1/2} = 120 s$ ، جد قيمة الناقلية النوعية النهائية σ_f .

8- استنتج أن قيمة التقدم النهائي هي : $x_f = 1,96 mmol$ ، ثم عيّن المتفاعل المحد.

9- احسب كتلة كربونات الكالسيوم الموجودة في قطعة الطباشير m ، ثم استنتج النسبة المئوية $P(\%)$.

10- اثبت أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل من الشكل : $v_{vol} = -\frac{1}{290 \cdot V} \cdot \frac{d\sigma(t)}{dt}$ ، ثم أحسب قيمتها الأعظمية .

11- اعد رسم منحنى الشكل (2) في نفس المنحنى السابق في حالة كتلة الطباشير $m' = 0,56 g$.

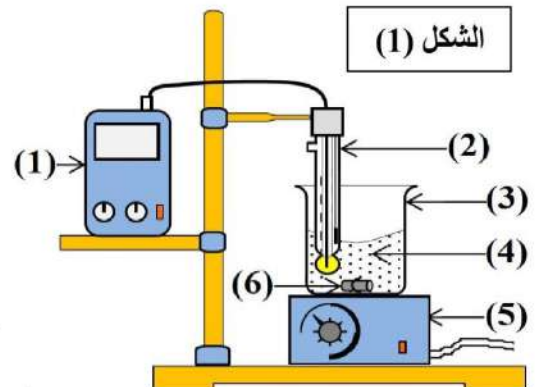


المعطيات : $M_{CaCO_3} = 100 g/mol$

$$\lambda(H_3O^+) = 35 mS.m^2/mol$$

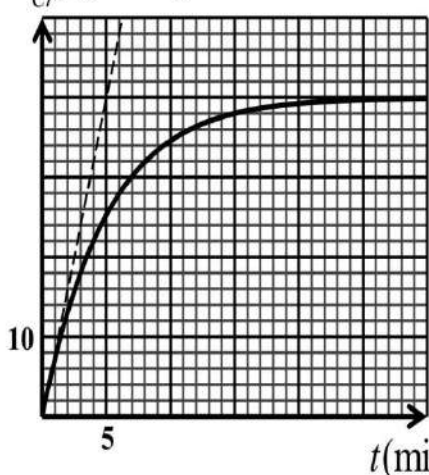
$$\lambda(Ca^{+2}) = 12 mS.m^2/mol$$

$$\lambda(Cl^-) = 7,6 mS.m^2/mol$$



لدراسة تطور التحول الكيميائي التام والبطيء الحادث بين شوارد البيكرومات $Cr_2O_7^{2-}$ ومحلول حمض الأكساليك $H_2C_2O_4$ 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 الأكساليك $H_2C_2O_4$ 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 جدولا 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) اعتمادا على البيان :

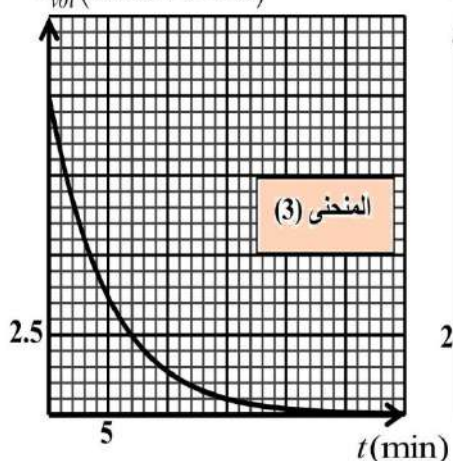
أ- استنتج قيمة التقدم الأعظمي x_{max} و المتفاعل المحد .
ب- أوجد التركيز المولي C_1 .

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

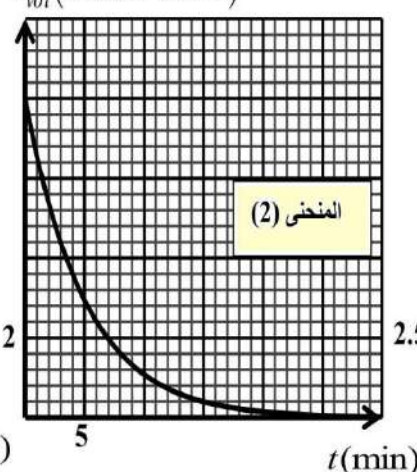
(5) أحسب سرعة تشكل الشاردة Cr^{3+} عند اللحظة $t=0$.

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

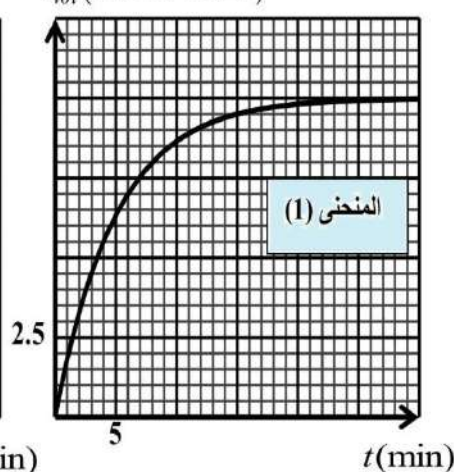
$v_{vol} (mmol/l.min)$



$v_{vol} (mmol/l.min)$



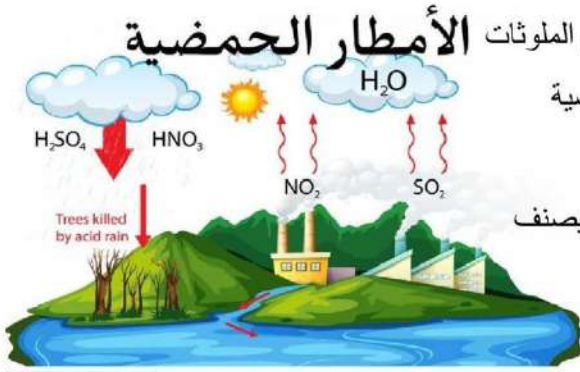
$v_{vol} (mmol/l.min)$



أ- اختر المنحنى الصحيح الموافق للتفاعل المدروس ، مع التبرير .

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

(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 كيفيا في نفس المعلم مع بيان التجربة التي تمت عند درجة حرارة $20^\circ C$.



الشكل (1)

تعتبر الأكاسيد (NO , NO_2 , N_2O_3 , N_2O_5 , HNO_3 ...) من الملوثات الأساسية للغلاف الجوي وذلك لأنها تساهم في تكوين الأمطار الحمضية المضرّة بالبيئة وتزيد مفعول الاحتباس الحراري الشكل (1) .

خماسي أكسيد ثنائي الأزوت N_2O_5 مركب غير مستقر كيميائياً يصنف ضمن أكاسيد النتروجين العليا ، فهو من ملوثات الهواء وينتج عن احتراق الوقود في درجات عالية ، يسبب التهاب العيون والمسالك التنفسية وحساسية الرئة ، كما أنه له تأثير مدمر على النباتات ، حيث يقلل نموها ويؤدي إلى تساقط أوراقها.

متابعة حركية التفكك الذاتي لخماسي أكسيد ثنائي الأزوت N_2O_5 عن طريق قياس الضغط :

نضع عند اللحظة $t = 0$ خماسي أكسيد ثنائي الأزوت N_2O_5 في دورق فارغ ومغلق حجمه ثابت $V = 0,5 L$ ونزوده ببارومتر لقياس الضغط الكلي P للغازات داخل الوعاء عند درجة حرارة ثابتة $\theta_1 = 45^\circ C$.

يتفكك N_2O_5 وفق تفاعل تام وبطيء ينمذج بالمعادلة التالية : $2.N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4.NO_2(g) + O_2(g)$

نقيس عند بداية التفكك ($t = 0$) الضغط الابتدائي الكلي داخل الوعاء فنجد : $P_0 = 4,638 \cdot 10^4 Pa$

نقيس الضغط عند لحظات مختلفة ، ونمثل تغيرات المقدار $\frac{P}{P_0}$ بدلالة الزمن ، فنحصل على بيان الشكل (2)

1- احسب كمية المادة الابتدائية n_0 لخماسي أكسيد ثنائي الأزوت N_2O_5 .

2- انشئ جدولاً لتقدم التفاعل.

3- احسب التقدم الأعظمي x_{max} لهذا التفاعل.

4- عبر عن كمية المادة الكلية n_T للغازات في الحجم V عند اللحظة t بدلالة n_0 و x تقدم التفاعل عند اللحظة t .

5- بنطبق قانون الغازات المثالية ، اثبت أن : $\frac{P}{P_0} = 1 + \frac{3x}{n_0}$.

6- احسب قيمة السرعة الأعظمية للتفاعل .

7- نعيد التجربة السابقة حيث نغير درجة الحرارة إلى الدرجة θ_2 حيث $\theta_2 > \theta_1$

أ- هل يزيد زمن نصف التفاعل أم ينقص.

ب- اعط التفسير المجهري لهذا التغير.

ت- ارسم كيفياً مع بيان الشكل (2)

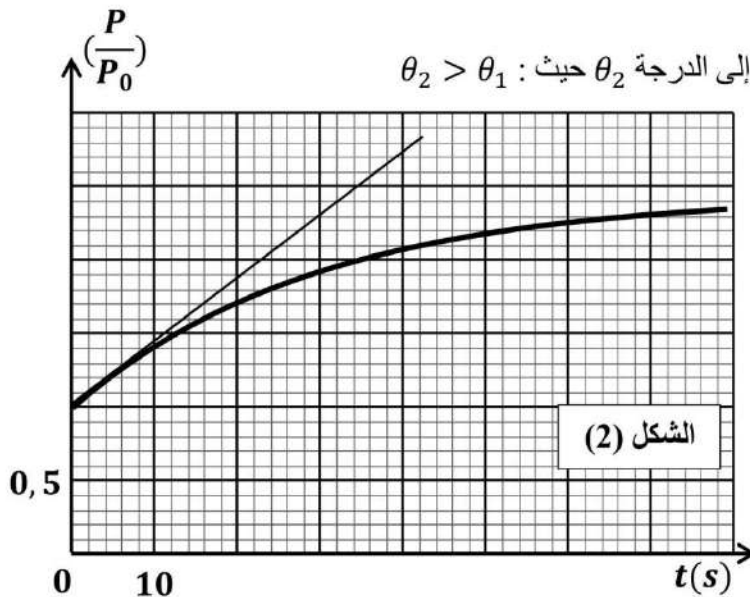
البيان الموافق لـ θ_2 .

المعطيات :

نعتبر جميع الغازات مثالية

$$P.V = n.R.T$$

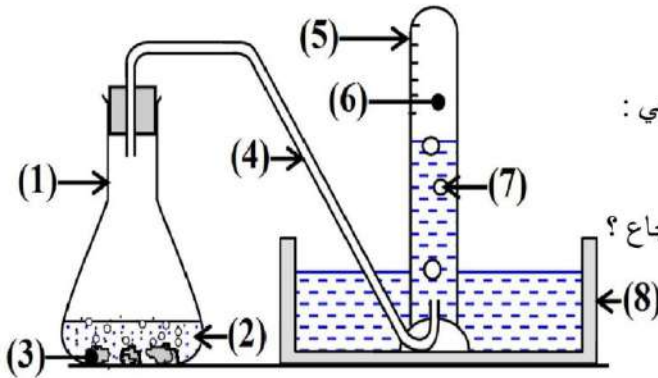
$$R = 8,31 SI$$



الشكل (2)

- I- لدراسة التحول الكيميائي البطيء والتام بين محلول حمض الكبريت $(2H_3O^+ + SO_4^{2-})_{(aq)}$ والألومنيوم $Al_{(s)}$ ندخل عند اللحظة $t = 0$ كتلة قدرها $m = 810 \text{ mg}$ من الألومنيوم النقي في العنصر رقم 2 الذي يحوي حجم $V = 60 \text{ cm}^3$ من محلول حمض الكبريت تركيزه المولي $C = 0,09 \text{ mol/L}$ ، تتم متابعة التحول عن طريق قياس حجم ثنائي الهيدروجين H_2 المنطلق خلال الزمن وذلك اعتمادا على التركيب التجريبي الموضح في الشكل (1).

الشكل (1)



1- كيف نكشف تجريبيا عن الغاز المنطلق ؟

2- صنف هذا التحول حسب مدته الزمنية المستغرقة ؟

3- سم العناصر المرقمة في الشكل (1).

4- علما أن الثنائيات (Ox/Red) الداخلة في التفاعل هي :

(Al^{3+}/Al) و (H_3O^+/H_2) ، اكتب :

أ- المعادلتين النصفيتين الإلكترونيتين للأكسدة وللإرجاع ؟

ب - معادلة التفاعل أكسدة إرجاع ؟

5- أ- أنشئ جدول تقدم التفاعل ؟

ب- بين أن التقدم الأعظمي $x_{max} = 1,8 \times 10^{-3} \text{ mol}$

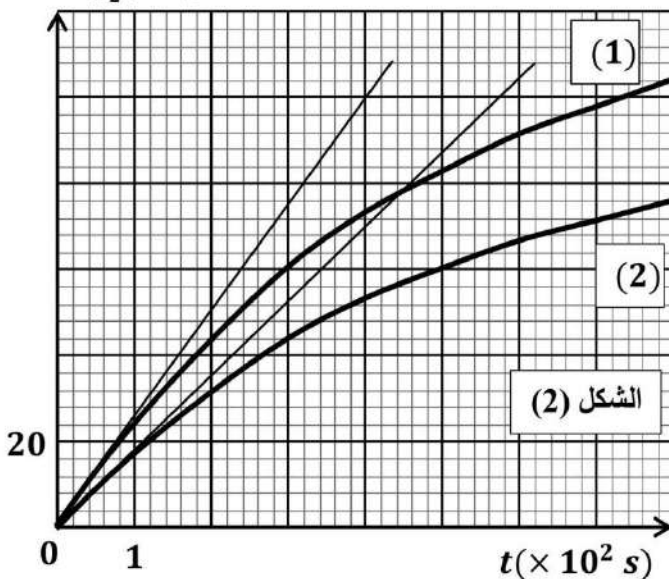
- II- أجريت التجربة من طرف فوجين حيث استعمل الفوج الأول الألومنيوم على شكل مسحوق واستعمل الفوج الثاني الألومنيوم على شكل شريط ، النتائج المتحصل عليها مكنت من رسم المنحنيين (1) و (2) الموضحين في الشكل (2)

1- تحقق أن قيمة الحجم النهائي لغاز الهيدروجين المنطلق هو : $V_f = 129,6 \text{ mL}$

2- بين أنه لما $t \rightarrow t_{1/2}$ فإن : $\frac{V_{t_{1/2}}}{V_f} = \frac{1}{2}$ ، ثم عين قيمة $t_{1/2}$ لكل منحنى ؟

3- بين أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل تكتب من الشكل : $v_{Vol} = \frac{1}{3 \cdot V \cdot V_M} \frac{dV_{H_2}(t)}{dt}$

$V_{H_2}(\text{mL})$



احسب قيمتها عند اللحظة $t = 0 \text{ s}$ لكل منحنى ؟

4- ارفق كل منحنى بالفوج المناسب

واذكر العامل الحركي المدروس

المعطيات :

الحجم المولي $V_M = 24 \text{ L/mol}$

$M(Al) = 27 \text{ g/mol}$

لمتابعة تطور التفاعل الحاصل بين شوارد البرومات BrO_3^- وشوارد البروم Br^- ، نمزج في اللحظة $t = 0$ حجما $V = 100 \text{ ml}$ من محلول برومات البوتاسيوم $(K^+ + BrO_3^-)_{(aq)}$ تركيزه المولي C_1 مع حجم $V = 100 \text{ ml}$ من محلول بروم البوتاسيوم $(K^+ + Br^-)_{(aq)}$ تركيزه المولي C_2 ، بوجود وفرة من حمض الكبريت المركز.

I- الثنائيات المشاركة في التفاعل : (BrO_3^-/Br_2) ، (Br_2/Br^-)

1- بين أن معادلة الأكسدة الإرجاعية هي : $BrO_3^-_{(aq)} + 5Br^-_{(aq)} + 6H^+_{(aq)} = 3Br_{2(aq)} + 3H_2O_{(l)}$

2- أنشئ جدول لتقدم التفاعل

3- بين أن كمية المادة لـ BrO_3^- و Br^- تعطيان بالعلاقتين :

$$n_{Br^-} = C_2V_2 - \frac{5}{3}n_{Br_2} \quad n_{BrO_3^-} = C_1V_1 - \frac{1}{3}n_{Br_2}$$

II- المتابعة الزمنية للتفاعل الحاصل مكنت من الحصول على المنحنيات البيانية في الشكل (3) و الشكل (4) :

1- حدد من الشكل (3) المنحنى الذي يمثل تغيرات BrO_3^- و Br^- مع التعليل ؟

2- هل المزيج ستوكيومتري ؟ علل ، ثم أحسب قيمة التقدم الأعظمي X_{max} ؟

3- استنتج قيمة التراكيز المولية C_1 و C_2 ؟

4- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ثم حدد قيمته ؟

5- ما هي اللحظة التي يكون فيها : $[BrO_3^-] = [Br^-]$ ، علل ؟

6- احسب السرعة الحجمية للتفاعل عندها ؟

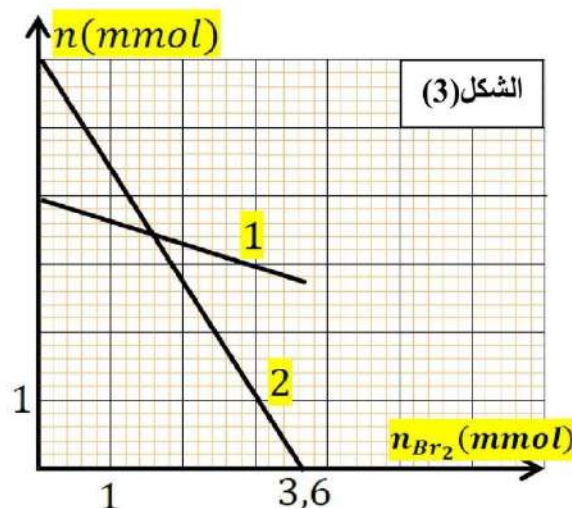
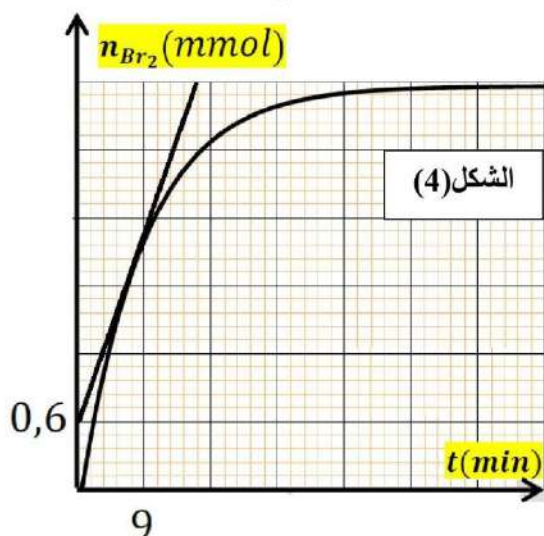
III- نعيد التجربة السابقة حيث نستعمل محلول بروم البوتاسيوم $(K^+ + Br^-)_{(aq)}$ تركيزه المولي : $C_3 = \frac{C_2}{2}$

1- احسب قيمة التقدم الأعظمي X_{max} للتفاعل الجديد ؟

2- هل يزيد زمن نصف التفاعل ؟

3- اعط التفسير المجهرى لهذا التغير ؟

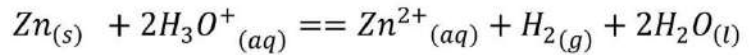
4- أرسم كيفيا مع منحنى الشكل (3) المنحنى الممثل لتطور كمية مادة ثنائي البروم n_{Br_2} ؟





الزنك Zn معدن خفيف الوزن ولونه فضي يعد الأكثر استخراجا بعد الحديد والألومنيوم والنحاس. تعتبر أسقف الزنك من أكثر أنواع الأسقف انتشارا وذلك لتكلفتها القليلة مقارنة بالأسقف الخرسانية أو الخشبية ، يعد الزنك تغطية مثالية لحماية المباني المعرضة لظروف الطقس ، حيث أنه مقاوم جيد.

عند تلامسه مع الماء والملح تتشكل طبقة من صدأ الزنك تمنحه مظهرا خشنا وتعمل على عزله وحمايته من التآكل نمذج تفاعل الزنك $Zn(s)$ مع محلول حمض كلور الهيدروجين $(H_3O^+ + Cl^-)_{(aq)}$ بالمعادلة الكيميائية التالية :



لدراسة حركية هذا التفاعل التام نسكب في زجاجة مناسبة حجمها

$V = 1 L$ عند اللحظة $t = 0$ حجما $V_A = 75 mL$ من محلول

حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي : $C = 0,4 mol/L$ والتي

تحتوي كتلة $m = 0,6 g$ من مسحوق الزنك $Zn(s)$ ونقيس في كل

لحظة t الضغط P داخل الزجاجة بواسطة لاقط الضغط



مكنك الدراسة التجريبية عند الدرجة $\theta_1 = 25^\circ C$ من رسم منحنى الشكل (1) الممثل لتغيرات ΔP بدلالة الزمن :

1- ارسم التركيب التجريبي المستعمل لهذه الدراسة مرفق بالبيانات المناسبة ؟

2- حدد طرق أخرى لمتابعة هذا التحول ؟

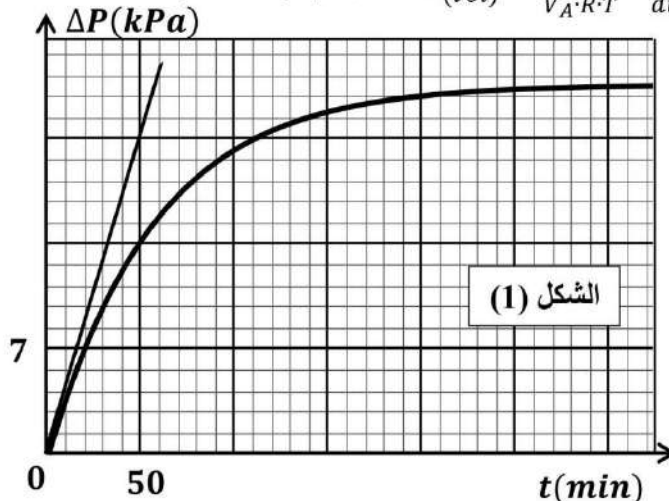
3- انشئ جدول تقدم التفاعل واعتماد عليه عين التقدم الاعظمي X_{max} للتفاعل الكيميائي وحدد المتفاعل المحد ؟

4- بتطبيق قانون الغازات المثالية ، بين أن عبارة التقدم $x(t)$ للتفاعل عند اللحظة t بدلالة R ، T ، V و ΔP حيث $\Delta P = P - P_0$ مع P_0 الضغط الابتدائي عند اللحظة $t = 0$ و P الضغط المقاس عند اللحظة t تكتب من

$$\text{الشكل : } x(t) = \frac{\Delta P \cdot V}{R \cdot T}$$

5- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ، بين أن : $\Delta P(t_{1/2}) = \frac{\Delta P_{max}}{2}$ ، ثم حدد $t_{1/2}$ بيانيا ؟

6- عرف السرعة الحجمية للتفاعل ، بين أنها تكتب : $v_{(vol)} = \frac{V}{V_A \cdot R \cdot T} \cdot \frac{d\Delta P}{dt}$ ، احسب قيمتها الأعظمية



7- مثل كيفيا البيان $\Delta P = g(t)$ مع البيان السابق

في حالة إجراء التفاعل عند درجة حرارة θ_2

حيث $\theta_1 < \theta_2$

المعطيات :

قانون الغازات المثالية $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

ثابت الغازات المثالية $R = 8,31 SI$

$M(Zn) = 65,4 g/mol$

ماء جافيل مادة مطهرة ومبيضة ، والذي صنعه الكيميائي كلود لويس برتولي Claude Louis Berthol سنة 1775 والذي سمي نسبة إلى قرية *Javel* ، التسمية العلمية لـ ماء الجافيل هي هيبوكلوريت الصوديوم $(Na^+ + ClO^-)_{aq}$. تعرف الدرجة الكلورومتريّة ($^{\circ}Chl$) بأنها حجم غاز ثنائي الكلور اللازم استعماله لتحضير لتر واحد من ماء جافيل في الشرطين النظاميين ، يحدث في الضوء أن شوارد ClO^- تؤكسد بشكل بطيء جزيئات الماء H_2O وبالتالي ماء جافيل سيفقد فعاليته تدريجيا وبوجود شوارد الكوبالت $Co^{2+}_{(aq)}$ كوسيط فإن هذا التفاعل يكون أسرع .

لدراسة التحول نأخذ $V_0 = 2,7 \text{ mL}$ من محلول تجاري (S_0) لماء جافيل كتب عليه $16^{\circ}Chl$ ثم نخففه عدة مرات فنحصل على المحلول (S) حجمه $V = 100 \text{ mL}$ في اللحظة $t = 0$ نضيف للمحلول (S) شوارد Co^{2+} فيبدأ التفكك. نتابع تطور التحول الكيميائي عند الدرجة $\theta = 25^{\circ}C$ باستعمال جهاز قياس الناقلية النوعية فنحصل على الشكل (1)



Test 16°Chl

- 1- أ- ما المقصود بالوسيط ، حدد نوع الوساطة ؟
ب - لماذا يمكن متابعة هذا التحول عن طريق قياس الناقلية ، علل سبب تزايدها ؟
- 2- أ- علما أن (Ox/Red) هما : (O_2/H_2O) , (ClO^-/Cl^-) بين أن معادلة التفاعل تكتب من الشكل :
ب - انجز جدولاً لتقدم التفاعل $2 ClO^-_{(aq)} \rightleftharpoons 2 Cl^-_{(aq)} + O_{2(g)}$
- 3- اكتب عبارة الناقلية النوعية σ_0 بدلالة C ، $\lambda(Na^+)$ ، $\lambda(ClO^-)$ ، ثم جد قيمتها بيانياً ؟
- 4- بين أن التركيز المولي للمحلول (S) : $C = 1,96 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ ، احسب قيمة x_{max}
- 5- أثبت أنه في كل لحظة t : $\sigma(t) = 0,2 + 48,6 x(t)$
- 6- بين أن السرعة الحجمية للتفاعل تعطى بالعلاقة : $\frac{d\sigma(t)}{dt} = 20,5 \times 10^{-2} \cdot v_{vol}$ ، احسب قيمتها الأعظمية

7- علما أن زمن نصف التفاعل $t_{1/2} = 2 \text{ min}$ جد قيمة الناقلية النوعية النهائية σ_f

8- أ- بين أن : $^{\circ}Chl = C_0 \cdot V_M$

(C_0 تركيز ماء جافيل التجاري)

ب - هل ما كتب على القارورة صحيح ؟

9- اعد تمثيل البيان $\sigma(t) = g(t)$ كيفيا على

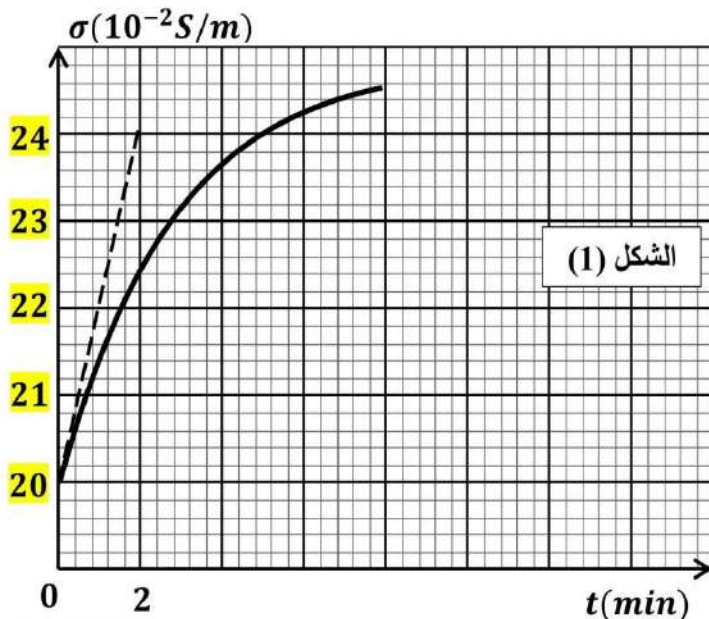
البيان السابق في حالة عدم وجود شوارد Co^{2+}

المعطيات : $V_M = 22,4 \text{ L/mol}$

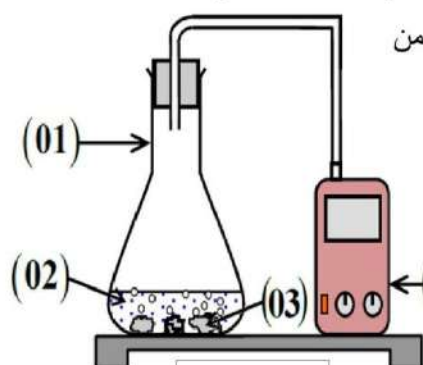
$\lambda(Na^+) = 5 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$

$\lambda(ClO^-) = 5,2 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$

$\lambda(Cl^-) = 7,63 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$



من أجل تحضير محلول مائي (S) لكlor الألمنيوم $(Al^{3+} + 3Cl^-)$ ، نحقق التركيب التجريبي الموضح في الشكل (1) وضعنا كتلة $m = 3,24 g$ من مسحوق الألمنيوم الصلب، في العنصر (1) الذي سعته $V_0 = 1 L$



موصول بمقياس الضغط وعند اللحظة $t = 0$ ، نسكب حجما $V_S = 100 mL$ من محلول حمض كلور الهيدروجين $(H_3O^+ + Cl^-)$ تركيزه المولي C . سمحت النتائج التجريبية بالحصول على البيانيين (1) و (2) الممثلين في الشكل (2) حيث:

البيان (1) يمثل تغير الضغط الكلي داخل الدورق بدلالة تقدم التفاعل. (04)
البيان (2) يمثل تغير كمية مادة شوارد الهيدرونيوم بدلالة الزمن.

الشكل (1)

1- تعرف على العناصر المرقمة في الشكل (1)

2- اكتب معادلة التفاعل الحادث. علما أن الثنائيتين (Al^{3+}/Al) ، (H_3O^+/H_2) : (Ox/Red)

3- أنجز جدول تقدم التفاعل

4- بين أن الضغط الكلي داخل الدورق يعطي بالعلاقة: $P = A x + P_0$ حيث P_0 هو ضغط الهواء الجوي، حيث A ثابت

يطلب تحديد عبارته بدلالة: ثابت الغازات المثالية R و حجم الغاز V_g و درجة حرارة الوسط التجريبي T

5- باستغلال البيان (1):

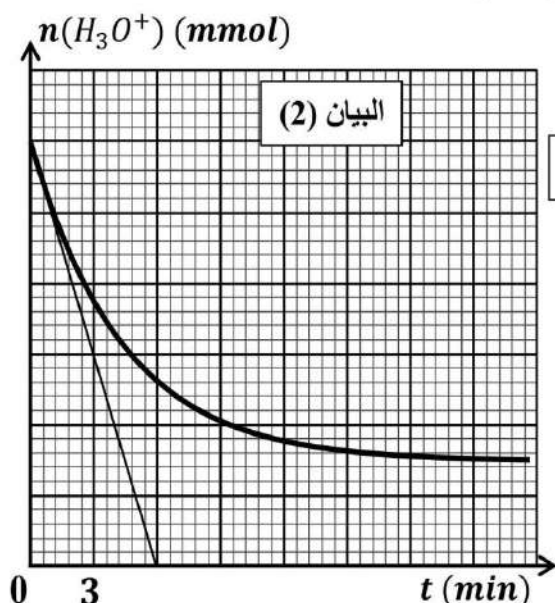
أ- اوجد قيمة الضغط النهائي P_f والتقدم الأعظمي للتفاعل x_{max} .

ب- بكتابة العبارة البيانية للمنحنى: أوجد قيمة درجة حرارة الوسط التجريبي T بوحدة $^{\circ}C$

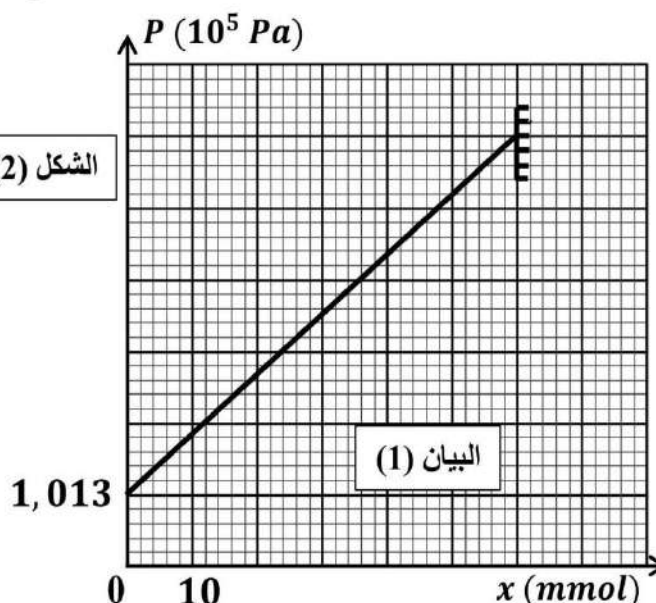
6- باستغلال البيان (2) و جدول تقدم التفاعل:

أ- بين أن $n_0(H_3O^+) = 8 x_{max}$ ، ثم استنتج محورا لترتيب المنحنى (2)، وقيمة التركيز C

ب- أحسب السرعة الحجمية الأعظمية لاختفاء شوارد H_3O^+ ، ثم استنتج سرعة التفاعل

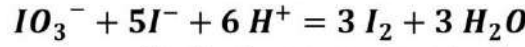


الشكل (2)



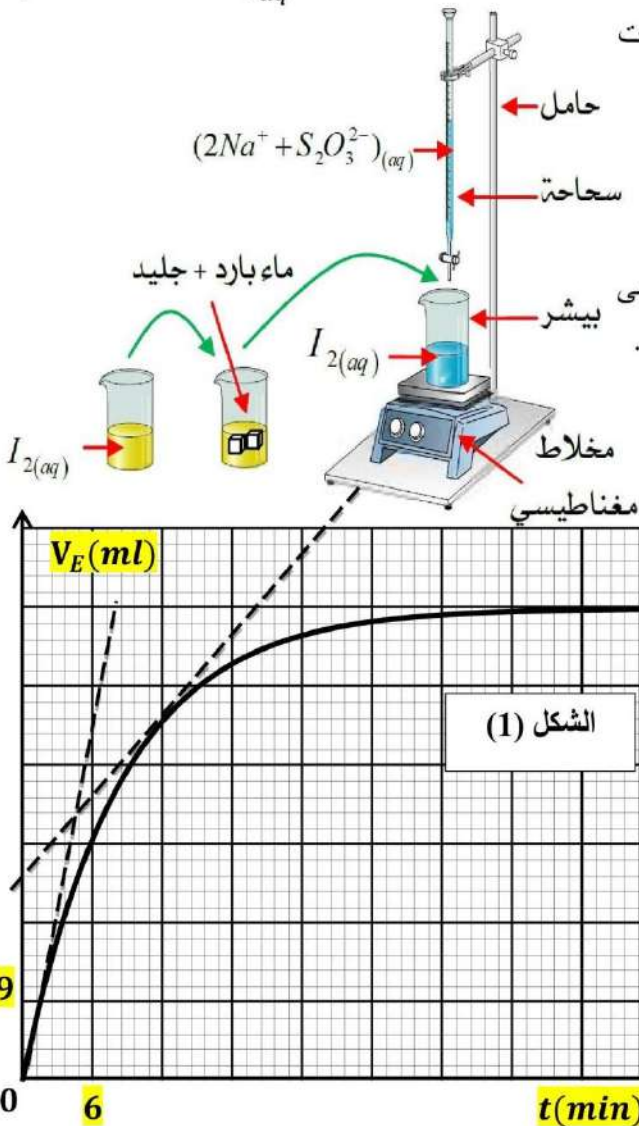
البيان (1)

يودات البوتاسيوم KIO_3 ويود البوتاسيوم KI مركبين كيميائيين لهما العديد من الاستخدامات خاصة في المجال الطبي.
I. لدراسة حركية التحول الكيميائي التام و البطيء , الذي يُمذَج بالمعادلة التالية :



- في حصة الأعمال المخبرية وفي درجة حرارة $27^\circ C$, نمزج في اللحظة $t = 0$ حجما قدره $V_1 = 100\text{ ml}$ من محلول يودات البوتاسيوم $(K^+ + IO_3^-)$ تركيزه المولي $c_1 = 0,03\text{ mol/l}$ المحمض بحمض الكبريت المركز $(2H^+ + SO_4^{2-})$ مع حجما $V_2 = 100\text{ ml}$ من محلول يود البوتاسيوم $(K^+ + I^-)$ تركيزه $c_2 = 0,2\text{ mol/l}$.
- 1- بين أن التفاعل الحادث تفاعل أكسدة - إرجاع مع تحديد الثنائيات الداخلة فيه (I_2 يلعب دور المؤكسد والمرجع).
- 2- ما لغرض من إضافة حمض الكبريت المركز ؟ وهل يلعب دور الوسيط ؟ علل .
- 3- أحسب كميات المادة الابتدائية للمتفاعلات في المزيج التفاعلي , هل المزيج الابتدائي في الشروط الستوكيومترية .
- 4- أنشئ جدول التقدم للتفاعل الحادث , ثم حدد x_{max} , وإستنتج المتفاعل المحدد .
- 5- بين أن : $[I_2]_t = \frac{3}{2} c_1 - 3[IO_3^-]_t$

II. لتحديد كمية مادة ثنائي اليود $(I_2)_{aq}$ المتشكلة في لحظات زمنية مختلفة نأخذ في كل مرة حجما قدره 10 ml من المزيج التفاعلي ونضيف إليه (الماء البارد + جليد) ونعايره بواسطة محلول لثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})_{aq}$

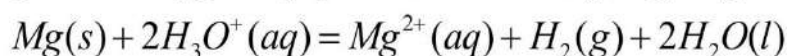


ذو التركيز $c_3 = 0,02\text{ mol/l}$ وهذا بعد إضافة قطرات من صمغ النشاء , إن المتابعة الزمنية للتحول الكيميائي عن طريق المعايرة اللونية , و بإستعمال برمجية مناسبة مكنتنا من رسم المنحنى الممثل في الشكل (01) .

- 1- إن هذه العملية تسمى بالمعايرة اليودية.
أ- ما الهدف من إضافة الماء البارد + الجليد , وكيف تسمى هذه العملية . هل تؤثر إضافته على نقطة التكافؤ ؟ علل .
ب- لماذا نضيف صمغ النشاء .

- 2- أكتب معادلة تفاعل المعايرة علما ان الثنائيتين الداخلتين فيه : $(S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-})$, (I_2/I^-) .
- 3- أثبت العلاقة الحرفية : $x_t = \frac{10}{3} c_3 V_E$.
- 4- عرف زمن نصف التفاعل , استنتج قيمته بيانيا .
- 5- عرف السرعة الحجمية للتفاعل ثم بين أنه يمكن كتابتها من الشكل : $v_{vol} = \frac{1}{3} \frac{dV_E}{dt}$.
- 6- أحسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظتين : $t = 0\text{ min}$ و $t = 12\text{ min}$.
- 7- استنتج السرعة الحجمية لاختفاء شوارد I^- عند اللحظة $t = 12\text{ min}$.
- 8- كيف تتطور السرعة الحجمية للتفاعل مع مرور الزمن.
- 9- ما هو العامل الحركي المسؤول عن هذا الاختلاف .
- 10- فسر هذا على المستوى المجهرى .

أراد فوجين من التلاميذ متابعة التحول الكيميائي البطيء والتام بطريقتين بين معدن المغنيزيوم $Mg(s)$ ومحلول حمض كلور الماء $(H_3O^+(aq) + Cl^-(aq))$ للنموذج 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 لشوارد 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 ، ارسم المنحنى $[H_3O^+] = f(t)$.

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

3- أ- انشئ جدول تقدم التفاعل .

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

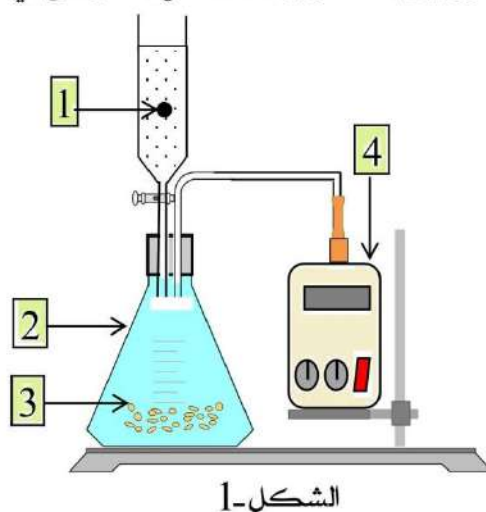
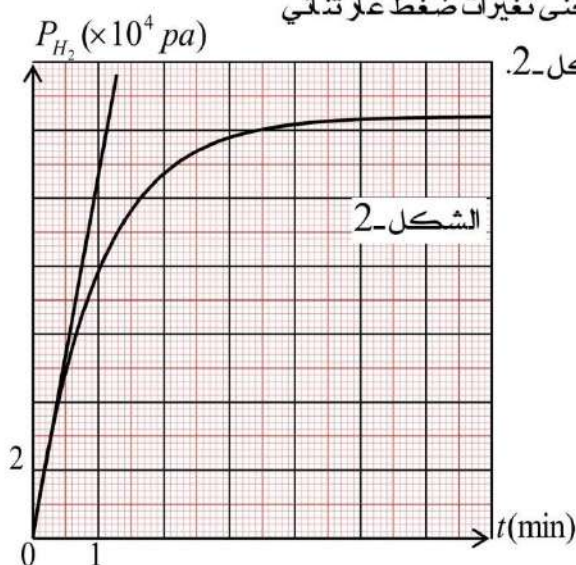
ج- احسب الكتلة m_0 لصفيحة المغنيزيوم المستعملة .

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

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



- 1- سم العناصر المرقمة مع تبيان دور العنصر 4 في الشكل-1.
- 2- جد الحجم الثابت V_{H_2} لغاز ثنائي الهيدروجين المنطلق، علما أن حجم الزجاجية (2) هو $V' = 250mL$.
- 3- اعتمادا على جدول تقدم التفاعل :

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

حيث $P_{H_2}(t)$: هو ضغط غاز ثنائي الهيدروجين عند اللحظة t .

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

ج- استنتج قيمة كتلة مسحوق الألمنيوم m_0 ، ثم قلنها مع قيمة الفوج الأول.
- 4- لـ بين أن عبارة سرعة التفاعل $v(t)$ تكتب بالشكل : $v(t) = \frac{x_{\max}}{P_f(H_2)} \times \frac{dP_{H_2}(t)}{dt}$

حيث $P_f(H_2)$: هو ضغط غاز ثنائي الهيدروجين النهائي.

- جد قيمتها عند اللحظة $t = 0$.

5- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ثم جد قيمته بيانيا مع التعليل.

للمقارنة بين سرعة التفاعلين :

قلن بين قيمتي سرعة التفاعل $v(0)$ بين الفوجين ، ماذا تستنتج ؟

للعطيات :

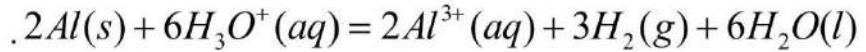
- ثابت الغازات المثالية : $R = 8,31(SI)$.

- الكتلة المولية الذرية : $M(Mg) = 24g / mol$.

لحظة تأمل و هدوء

- مقدار الوقت الذي تقضيه في التدرّب و المحاولة ليس هو بالضرورة ،،
- ✓ المهم و الأهم .. ما تبذله من جهد و أنت تحاول باستمرار ،،
- ✓ ... لأنّ وقت المحاولة يتم تحسينه و تقليصه بالتدرّج و وصولا إلى الزمن الأمثل ،،

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

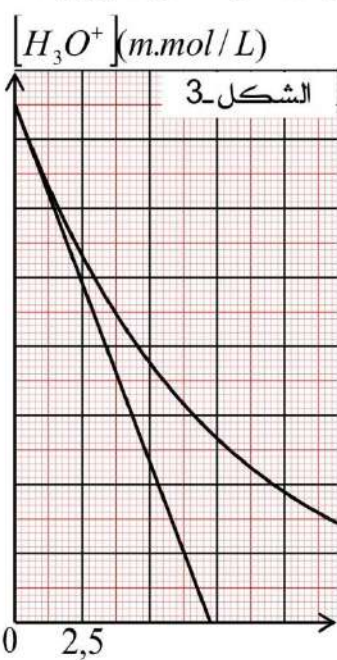


نتابع التحول الكيميائي السابق زمنيا عند نفس درجة الحرارة $\theta = 25^\circ C$ وذلك بتحقيق مزيجين تفاعليين من مسحوق الألمنيوم وحمض الكلور الماء.

الزيج 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 وبناء على النتائج التجريبية



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

1- أ- عرف المؤكسد و الأكسدة.

ب- اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والارجاع مع تحديد الشائيتين

(Ox/Red) المشتركين 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 $t_{1/2}$.

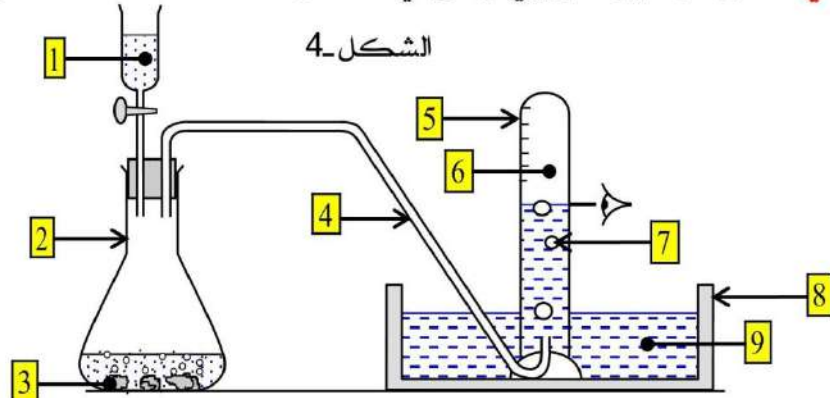
4- بين أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل تكتب بالشكل:

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

ثم احسب قيمتها الأعظمية.

الزيج الثاني:

نحقق التركيب التجريبي الموضح في الشكل 4-4.



عند اللحظة $t = 0$ نسكب حجم 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 وسجلنا النتائج في الجدول التالي :

$t(\text{min})$	0	5	10	15	20	25	30	40	50	70	80	90
$V_{H_2}(\text{mL})$	0	211	360	465	540	593	630	675	700	714	720	720

1- سم العناصر الممثل إليها برقام في الشكل-4.

2- اعتمادا على سلم رسم مناسب، لرسم المنحنى البياني $V_{H_2} = g(t)$.

3- أ- انشئ جدول تقدم التفاعل .

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

ج- استنتج قيمة التركيز المولي c' .

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

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

ب- جد قيمتها الأعظمية .

للقارنة بين نتائج المزيجين:

أ- قرن بين قيمتي زمن نصف التفاعل لكل مزيج.

ب- قرن بين قيمتي السرعة الحجمية للتفاعل لكل مزيج .

ج- فسر سبب الاختلاف .

للعطيات:

الكتلة المولية الذرية للألنيوم $M(Al) = 27 \text{ g.mol}^{-1}$ ، $V_M = 24 \text{ L/mol}$

... انتهى الجزء الأول الخاص بـ { 32 } تمرين ،،، لننتقل إلى الجزء الثاني الخاص بالحلول النموذجية ،،

ملاحظة هامة :

أيها التلاميذ الشرفاء ،، حاولوا ، حاولوا حتى لو لم تكن المحاولة صحيحة ،، استمروا في المحاولة ،، كما أن الوقت المستغرق للمحاولة يتم تحسينه بالترتيب لا تقلقوا ،، ابتسموا

،، تذكروا أن المحاولة خطوة مهمة نحو الفهم الممتاز ،،

كوكب النخبة في مادة العلوم الفيزيائية - بكالوريا 2025 -

: المحطة التحضيرية الأولى نحو صنع تاج الامتياز : المنصة العلمية :

الحل لـ { 32 } تمرين - سلسلة طوفان الأقصى 2 -

الوحدة الأولى - المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في محلول مائي -

الجزء الثاني 02

حلول التمارين

122

الصفحات

52

تحت شعار

، لا ملل لا فشل ،، نحو تحقيق ذلك الأمل ،،

-- الحلول النموذجية لتمرين باقة الامتياز الخاص بالنخبة الوحدة 01 في مادة : العلوم الفيزيائية --

• الوحدة الأولى : المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في محلول مائي ،،

• ملاحظة : أيها التلاميذ الشرفاء بعد الإطلاع على الحل المقترح خذوا الأفكار الطازجة مع تدوينها في سجل خاص ،،

حل التمرين 01 :

حل الجزء الأول - ت 01 - :

- حساب V_0

$$C.V = C_0.V_0 \Rightarrow V_0 = \frac{C.V}{C_0} = \frac{0,02 \times 100}{0,1} = 20 \text{ mL}$$

- البروتوكول:

- نسحب حجما $V_0 = 20 \text{ mL}$ من محلول $(K^+ + MnO_4^-)$ بواسطة ماصة عيارية مزودة بإجاصة مص.
- نسكب الحجم المسحوب في حوضلة عيارية سعتها $V = 100 \text{ mL}$ بها القليل من الماء المقطر.
- نضيف الماء المقطر إلى الحوضلة مع الرج الجيد حتى نصل إلى خط العيار.

حل الجزء الثاني - ت 01 - :

- حساب الكتلة الواجب أخذها:

$$n = \frac{m}{M} = C.V \Rightarrow m = M.C.V = 249,7 \times 0,01 \times 0,1 \Rightarrow m = 0,25 \text{ g}$$

- البروتوكول:

- نزن كتلة قدرها $0,25 \text{ g}$ من كبريتات النحاس المائية بواسطة ميزان حساس.
- نضع الكتلة في حوضلة عيارية سعتها $V = 100 \text{ mL}$ بها القليل من الماء المقطر.
- نضيف الماء المقطر إلى الحوضلة مع الرج الجيد حتى نصل إلى خط العيار.

حل الجزء الثالث - ت 01 - :

1- التركيز المولي للمحلول (b)

لدينا :

$$n = \frac{m}{M} = C \times V$$
$$\rightarrow C = \frac{m}{M \times V} = \frac{4}{(23 + 16 + 1) \cdot (200 \times 10^{-3})} = 0.5 \text{ mol/L}$$

2- التركيز الكتلي (b) بطريقتين مختلفتين

الطريقة 01 :

$$C_m = \frac{m}{V} = \frac{4}{200 \times 10^{-3}} = 20 \text{ g/L}$$

الطريقة 02 :

$$C_m = C \times M = 0.5 \times (23 + 16 + 1) = 20 \text{ g/L}$$

3- عدد مولات NaOH المنحلة في 50 mL من المحلول (b)

$$n' = C \times V' = 0.5 \times 50 \times 10^{-3} = 2.5 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

حل الجزء الرابع - ت 01 - :

1- حساب كتلة 1L من المحلول التجاري

لدينا :

$$d = \frac{\rho_{\text{المذاب}}}{\rho_{\text{الماء}}} \quad // \quad \rho_{\text{المذاب}} = \frac{m}{V}$$

ومنه :

$$\rightarrow \rho_{\text{المذاب}} = d \times \rho_{\text{الماء}} = 1.84 \times 1000 = 1840 \text{ g/L}$$

$$\rightarrow m = \rho_{\text{المذاب}} \times V = 1840 \times 1 = 1840 \text{ g}$$

2- استنتاج كتلة حمض الكبريت النقي الموجود في قارورة حجمها 1L من المحلول التجاري

$$P = \frac{m_1}{m_2} \times 100 \quad \rightarrow \quad m_1 = \frac{P \times m_2}{100} = \frac{95 \times 1840}{100} = 1748 \text{ g}$$

3- حساب التركيز المولي لحمض الكبريت النقي في المحلول التجاري

$$\frac{m_1}{M} = C \times V \quad \rightarrow \quad C = \frac{m_1}{M \times V} = \frac{1748}{98 \times 1} = 17.83 \text{ mol/L}$$

حل الجزء الخامس - ت 01 - :

1- حساب كمية مادة غاز الآزوت في القارورة

$$n = \frac{P.V}{R.T} = \frac{1.25 \times 10^4 \times 50}{8.314472 \times (27 + 273)} = 250.57 \text{ mol/L}$$

2- حساب الحجم المولي للغاز في الشرطين النظاميين (0°C , 1atm)

$$V_M = \frac{R.T}{P} = \frac{8.314472 \times (0 + 273)}{1.013 \times 10^5} = 0.0224 \text{ m}^3/\text{mol} = 22.4 \text{ L/mol}$$

3- حساب الحجم المولي للغاز في الشرطين (25°C , 1atm)

$$V_M = \frac{R.T}{P} = \frac{8.314472 \times (25 + 273)}{1.013 \times 10^5} = 0.0244 \text{ m}^3/\text{mol} = 24.4 \text{ L/mol}$$

حل التمرين 02 :

حل الجزء الأول - ت 02 - :

1- الكتلة الواجب أخذها لتحضير هذا المحلول

لدينا :

$$n = \frac{m}{M} = C \times V$$

$$\rightarrow m = C \times V \times M$$

$$m = 0.1 \times 10 \times 10^{-3} \times (63.5 + 32 + 16 \times 4 + 5 \times 1 + 16) = 2.5g$$

2- البرتوكول التجريبي

الادوات المستعملة :

- ✓ ميزان إلكتروني.
- ✓ زجاجة الساعة (جفنة).
- ✓ كبريتات النحاس المائية.
- ✓ ملعقة.
- ✓ قمع.
- ✓ حوالة عيارية سعتها 100 mL.
- ✓ طارحة.

طريقة العمل :

- ✚ نضع جفنة فارغة فوق الميزان ونضبط الصفر بواسطة زر العيار .
- ✚ نضع بواسطة ملعقة كمية من كبريتات النحاس داخل الجفنة ونزن كتلة $m=2,5g$.
- ✚ نضعها بواسطة قمع تلك الكتلة المقاسة في حوالة عيارية سعتها 100ml بها كمية من الماء المقطر .
- ✚ نغسل الجفنة والقمع بالماء المقطر حيث يضاف ماء الغسيل الى الحوالة العيارية .
- ✚ نسد فوهة الحوالة ونرج لاذابة كبريتات النحاس الماء كلياً وتجانس المحلول .
- ✚ نملا الحوالة العيارية بالماء المقطر حتى لخط العيار .
- ✚ نسد الحوالة ونقوم بالرج جيداً حتى يتجانس المحلول .
- ✚ نضع عليها قساصة فيها كل المعلومات اللازمة .

1- تسمى بعملية التمديد (التخفيف).

تعريف : تمديد محلول او تخفيفه هو اضافة الماء المقطر اليه للحصول على محلول جديد له تركيز اقل من تركيزه الاصلي .

2- حساب تركيز المحلول الجديد

لدينا :

$$C \times V = C_1 \cdot V_1$$
$$C_1 = \frac{C \times V}{V_1} = \frac{0.1 \times 10 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}} = 0.01mol/L$$

3- استنتاج حجم الماء المقطر المضاف

$$V' = V_1 - V = 100 - 10 = 90mL$$

حل الجزء الثاني - ت 02 - :

الجزء الأول

1- الكتلة المولية لـ NH_3 :

$$M(\text{NH}_3) = M(\text{N}) + 3M(\text{H})$$

$$M(\text{NH}_3) = 14 + (3 \cdot 1) = 17 \text{ g/mol}$$

2- كمية المادة في 0,68 g من NH_3 :

$$n(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{M} \rightarrow n(\text{NH}_3) = \frac{0,68}{17} = 0,04 \text{ mol}$$

3- كمية المادة في 15,68 L من NH_3 في الشرطين النظاميين :

$$n(\text{NH}_3) = \frac{V(\text{NH}_3)}{V_M} \rightarrow n(\text{NH}_3) = \frac{15,68}{22,4} = 0,7 \text{ mol}$$

4- كتلة 8,96 L من NH_3 في الشرطين النظاميين :

$$\frac{m(\text{NH}_3)}{M(\text{NH}_3)} = \frac{V(\text{NH}_3)}{V_M} \rightarrow m(\text{NH}_3) = \frac{V(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3)}{V_M} \rightarrow m(\text{NH}_3) = \frac{8,96 \cdot 17}{22,4} = 6,8 \text{ g}$$

5- كتلة $3,01 \cdot 10^{22}$ جزيء من NH_3 :

$$\frac{m(\text{NH}_3)}{M} = \frac{N}{N_A} \rightarrow m(\text{NH}_3) = \frac{M \cdot N}{N_A} \rightarrow m(\text{NH}_3) = \frac{17 \cdot 3,01 \cdot 10^{22}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,85 \text{ g}$$

الجزء الثاني :

1- الكتلة المولية لحمض الخل :

$$M(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) = M(\text{C}) + 3M(\text{H}) + M(\text{C}) + 2M(\text{O}) + M(\text{H})$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) = 12 + (3 \cdot 1) + 12 + (2 \cdot 16) + 1 = 60 \text{ g/mol}$$

2- كمية المادة في 200 mL من حمض الخل :

$$n(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) = \frac{\rho \cdot V(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)}{M} \rightarrow n(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) = \frac{1050 \cdot 0,2}{60} = 3,5 \text{ mol}$$

حل الجزء الثالث - ت 02 - :

1- تعريف الحجم المولي للغاز :

الحجم المولي V_M للغاز هو حجم مول من هذا الغاز في شرطين معينين من درجة الحرارة و الضغط .

2- إثبات أن الحجم المولي V_M يعبر عنه بالعلاقة : $V_M = \frac{R(\theta + 273)}{P}$:

- بتطبيق قانون الغاز المثالي لدينا :

$$PV = n.R.T$$

و حسب التعريف السابق للحجم المولي V_M يمكن كتابة :

$$P V_M = R T \rightarrow V_M = \frac{R T}{P} \rightarrow V_M = \frac{R(\theta + 273)}{P}$$

3- أ- الحجم المولي للغاز :

مما سبق :

$$V_M = \frac{R(\theta + 273)}{P}$$

في الشروط التي يكون فيها : $\theta = 27^\circ\text{C}$ ، $P = 2 \text{ atm}$ نجد :

$$V_M = \frac{8,31 \cdot (27 + 273)}{2 \times 1,013 \cdot 10^5} = 1,23 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3/\text{mol} = 12,3 \text{ L/mol}$$

ب- كمية مادة العينة :

الطريقة الأولى :

$$n = \frac{V_{\text{gaz}}}{V_M} \rightarrow n = \frac{6,15}{12,3} = 0,50 \text{ mol}$$

الطريقة الثانية :
بتطبيق قانون الغاز المثالي :

$$PV = nRT \rightarrow n = \frac{PV}{RT} \rightarrow n = \frac{2 \cdot 1,013 \cdot 10^5 \cdot 6,15 \cdot 10^{-3}}{8,31(27 + 273)} = 0,50 \text{ mol}$$

4- الصيغة الجزيئية المجملة للغاز :

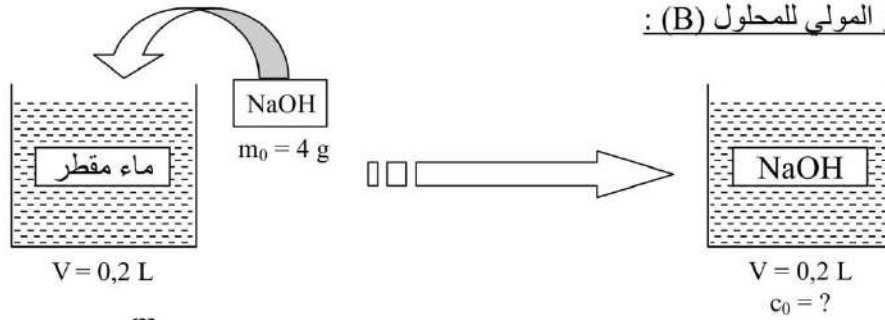
$$n = \frac{m}{M} \rightarrow M = \frac{m}{n} \rightarrow M = \frac{8}{0,5} = 16 \text{ g/mol}$$

الصيغة الجزيئية المجملة للغاز هي : CH_4 لأن :

$$M(\text{CH}_4) = M(\text{C}) + 4M(\text{H}) = 12 + (4 \cdot 1) = 16 \text{ g/mol}$$

حل الجزء الرابع - ت 02 - :

1- أوجد التركيز المولي للمحلول (B) :



$$c_0 = \frac{n_0(\text{NaOH})}{V} = \frac{\frac{m_0}{M}}{V} = \frac{m_0}{M \cdot V}$$

- $M(\text{NaOH}) = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g/mol}$
- $c_0 = \frac{4}{40 \times 0,2} = 0,5 \text{ mol/L}$

2- التركيز الكتلي للمحلول (B) :

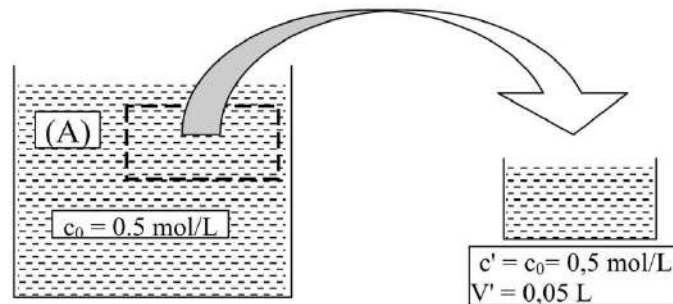
الطريقة الأولى :

$$c_{m0} = \frac{m_0}{V} \Rightarrow c_{m0} = \frac{4}{0,2} = 20 \text{ g/L}$$

الطريقة الثانية :

$$c_{m0} = M \cdot c_0 = 40 \times 0,5 = 20 \text{ g/L}$$

3- كمية مادة NaOH المنحلة في 50 mL من المحلول (B) :



$$n'(\text{NaOH}) = c' \cdot V' = c_0 V' = 0,5 \cdot 0,05 = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

4- أ- تسمى هذه العملية بالتمديد .

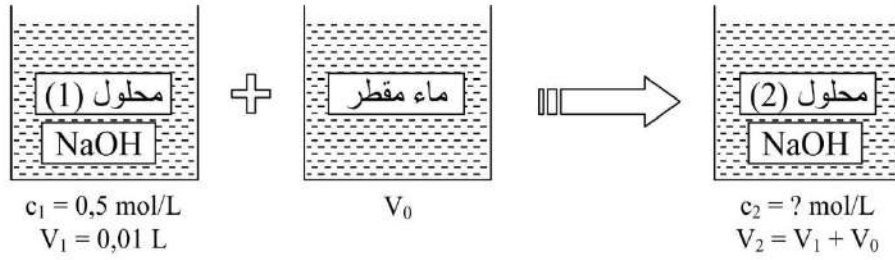
ب- حجم المحلول الجديد :

$$V_2 = V_1 + V_0 = 0,01 + 0,09 = 0,1 \text{ L}$$

معامل التمديد :

$$V_2 = f V_1 \Rightarrow f = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow f = \frac{0,1}{0,01} = 10$$

ج- تركيز المحلول الجديد :
الطريقة الأولى :



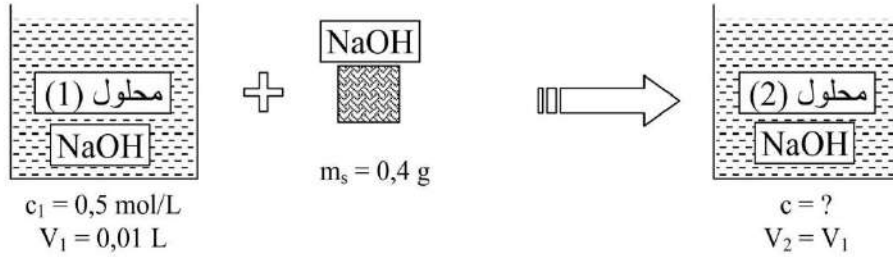
- حسب قانون التمديد :

$$c_1 V_1 = c_2 V_2 \Rightarrow c_2 = \frac{c_1 V_1}{V_2} \Rightarrow c_2 = \frac{0,5 \times 0,01}{0,1} = 0,05 \text{ mol/L}$$

الطريقة الثانية :

$$c_2 = \frac{c_1}{10} = \frac{0,5}{10} = 0,05 \text{ mol/L}$$

5- تركيز المحلول الجديد :



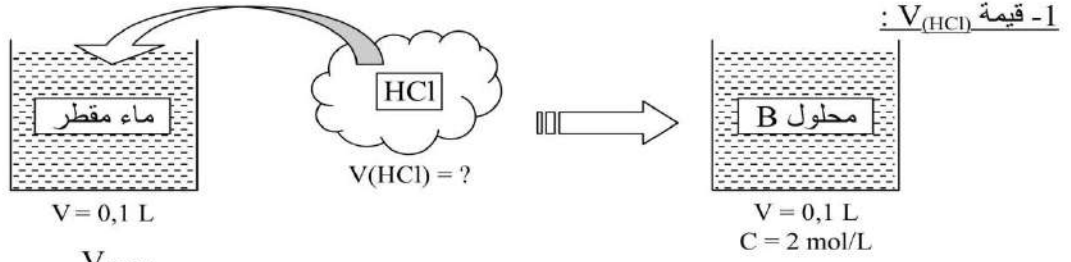
$$c_2 = \frac{n_2(\text{NaOH})}{V_2} = \frac{n_1(\text{NaOH}) + n_2(\text{NaOH})}{2} \quad (V_2 = V_1)$$

في هذه الحالة تكون كمية مادة NaOH في المحلول الجديد (B) مساوية لكمية مادة NaOH الموجودة في المحلول الابتدائي (A) مضاف إليها كمية مادة NH_3 الموجود في الكتلة المضافة ومنه:

$$c_2 = \frac{n_2(\text{NaOH})}{V_2} = \frac{n_1(\text{NaOH}) + n_2(\text{NaOH})}{V_1} \quad (V_2 = V_1)$$

$$c_2 = \frac{c_1 V_1 + \frac{m_s}{M}}{V_2} \Rightarrow c_2 = \frac{(0,5 \times 0,01) + \frac{0,4}{40}}{0,01} = 1,5 \text{ mol/L}$$

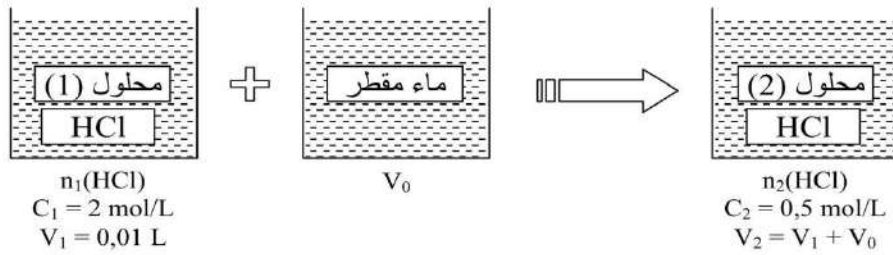
حل الجزء الخامس - ت 02 - :



$$C_0 = \frac{n_0(\text{HCl})}{V} = \frac{V_M}{V} = \frac{V_{(\text{HCl})}}{V_M \cdot V} \rightarrow V_{(\text{HCl})} = C_0 \cdot V_M \cdot V$$

$$V_{(\text{HCl})} = 2 \cdot 22,4 \cdot 0,1 = 4,48 \text{ L}$$

2- حجم الماء المقطر اللازم إضافته :
الطريقة (1) :



أثناء التمديد لا تتغير كمية المادة لذا يكون :

$$n_2(\text{HCl}) = n_1(\text{HCl}) \rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 \rightarrow C_1 V_1 = C_2 (V_1 + V_0)$$

$$V_1 + V_0 = \frac{C_1 V_1}{C_2} \rightarrow V_0 = \frac{C_1 V_1}{C_2} - V_1 \rightarrow V_0 = \frac{2 \cdot 0,01}{0,5} - 0,01 = 0,03 \text{ L} = 30 \text{ mL}$$

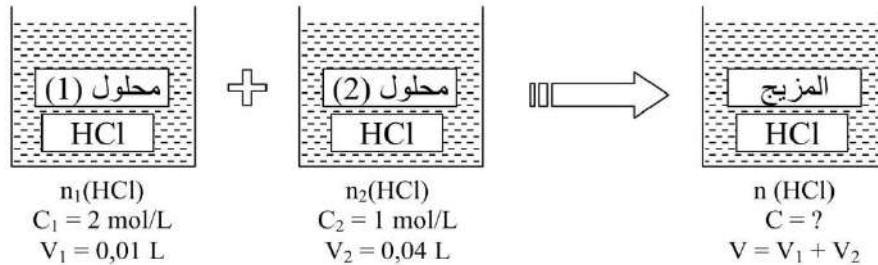
الطريقة (2) :
نحسب معامل التمديد :

$$f = \frac{C_2}{C_1} = \frac{2}{0,5} = 4$$

من جهة أخرى :

- $f = \frac{V_2}{V_1} \rightarrow V_2 = f V_1 = 4 \cdot 0,01 = 0,04 \text{ L}$
- $V_2 = V_1 + V_0 \rightarrow V_0 = V_2 - V_1 = 0,04 - 0,01 = 0,03 \text{ L} = 30 \text{ mL}$

3- تركيز المحلول الجديد :



بما أنه لم يحدث تحول كيميائي بين المحلولين (1) ، (2) يكون :

$$n_1(\text{HCl}) + n_2(\text{HCl}) = n(\text{HCl})$$

$$C_1 V_1 + C_2 V_2 = C (V_1 + V_2) \rightarrow C = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

$$C = \frac{(2 \cdot 0,01) + (1 \cdot 0,04)}{0,01 + 0,04} = 1,2 \text{ mol/L}$$

4- أ- معنى مصطلح العيارية :

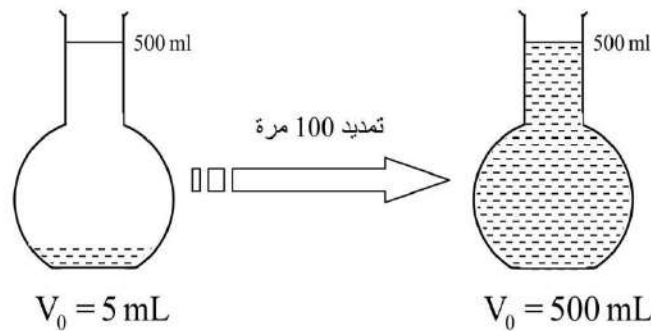
هو خط دائري في أعلى الزجاجية يدل على حجم المحلول عنده .

البروتوكول التجريبي :

- نحسب أولا حجم محلول (HCl) اللازم أخذه من المحلول (A) و ليكن V_0 .

$$f = \frac{V}{V_0} \rightarrow v_0 = \frac{V}{f} = \frac{500}{100} = 5 \text{ mL}$$

- بواسطة ماصة عيارية سعتها 5 ml مزودة بإجاصة مص ، نسحب الحجم $V_0 = 5 \text{ mL}$ من المحلول (A) و نضعه في حوضلة عيارية سعتها 500 mL تحتوي على قليل من الماء المقطر .
- نكمل الحجم بالماء المقطر إلى غاية بلوغ الخط العياري مع الرج المستمر من أجل تجانس المحلول .



حل التمرين 03 :

حل الجزء الأول - ت 03 - :

1- حساب الكتلة المولية للباراسيتامول $C_8H_9O_2N$: $M = 151 \text{ g.mol}^{-1}$

2- حساب كتلة 0,2 mol من الباراسيتامول : $m = n \times M \Leftrightarrow m = 0,2 \times 151 = 30,2 \text{ g}$

3- حساب عدد الجزيئات في 1,51g من الباراسيتامول : $N = n \times N_A \Leftrightarrow N = \frac{m}{M} \times N_A \Leftrightarrow N = \frac{1,51}{151} \times 6,02 \times 10^{23}$

$$N = 6,02 \times 10^{21} \text{ moluc} \Leftrightarrow N = \frac{1,51}{151} \times 6,02 \times 10^{23}$$

4- أ- قانون الغاز المثالي : $PV = n.R.T$

ب- حساب الحجم المولي V_M : $PV = n.R.T \Leftrightarrow V = \frac{n.R.T}{P}$

$$V = \frac{1 \times 8,31 \times (25 + 273)}{10^5} = 0,0247 \text{ m}^3 = 24,7 \text{ L}$$

ت- حساب كمية مادة غاز ثنائي أكسيد الكربون CO_2 المنطلق :

$$\text{طريقة 1: } PV = n.R.T \Leftrightarrow n = \frac{PV}{R.T} \Leftrightarrow n = \frac{10^5 \times 90 \times 10^{-6}}{8,31 \times (25 + 273)} = 0,0036 \text{ mol}$$

$$\text{طريقة 2: } n = \frac{V_{CO_2}}{V_M} \Leftrightarrow n = \frac{90 \times 10^{-3}}{24,7} = 0,0036 \text{ mol}$$

حل الجزء الثاني - ت 03 - :

1- التركيز المولي c_0 :

$$P = \frac{10 \cdot d \cdot P}{M} \rightarrow P = \frac{M \cdot c_0}{10d} \Rightarrow c_0 = \frac{10 \cdot d \cdot P}{M} = \frac{10 \times 1,18 \times 31}{36,5} = 10 \text{ mol.L}^{-1}$$

2- قيمة V_0 :

$$f = \frac{V}{V_0} \Rightarrow V_0 = \frac{V}{f} = \frac{1}{200} \Rightarrow V_0 = 5 \times 10^{-3} \text{ L} = 5 \text{ mL}$$

3- الكتلة الحجمية للمحلول (S_0) :

$$d = \frac{\rho}{\rho_0} \Rightarrow \rho = d \cdot c_0 \Rightarrow d = \frac{\rho}{\rho_0} \Rightarrow \rho = 1,18 \times 10 = 11,8 \text{ g/L}$$

$$d = \frac{\rho}{\rho_0} \Rightarrow \rho = d \cdot c_0$$

حل الجزء الثالث - ت 03 - :

1- أ- الكتلة المولية لغاز الميثان CH_4 :

$$M(\text{CH}_4) = 12 + (4 \cdot 1) = 16 \text{ g/mol}$$

ب- كمية المادة في 4.48 L من CH_4 :

$$n = \frac{m}{M} \rightarrow n = \frac{1,6}{16} = 0,1 \text{ mol}$$

ج- كمية المادة في 4.48 L من CH_4 :

$$n = \frac{V(\text{CH}_4)}{V_M} \rightarrow n = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ mol}$$

د- كتلة 7.5 L من CH_4 عندما $V_M = 25 \text{ L/mol}$:

$$\frac{m}{M} = \frac{V(\text{CH}_4)}{V_M} \rightarrow m = \frac{M \cdot V(\text{CH}_4)}{V_M} \rightarrow m = \frac{16 \cdot 7,5}{25} = 4,8 \text{ g}$$

هـ- كتلة $10^{22} \cdot 3,01$ جزيء من CH_4 :

$$\frac{m}{M} = \frac{y}{N_A} \rightarrow m = \frac{M \cdot y}{N_A} \rightarrow m = \frac{16 \cdot 3,01 \cdot 10^{22}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,8 \text{ g}$$

2- حجم الميثان السائل :

في التحول الفيزيائي كتحول الغاز إلى سائل (تميع في هذه الحالة) ، لا تتغير كمية المادة ، أي كمية مادة CH_4 عندما كان غاز هي نفسها كمية مادة CH_4 عندما أصبح سائلا .
- نحسب أولا كمية مادة CH_4 عندما كان غاز :

$$n_g(\text{CH}_4) = \frac{V(\text{CH}_4)}{V_M} \rightarrow n_g(\text{CH}_4) = \frac{224}{22,4} = 10 \text{ mol}$$

و هي نفسها كمية مادة CH_4 عندما يصبح سائلا ، أي :

$$n_l(\text{CH}_4) = n_g(\text{CH}_4) = 10 \text{ mol}$$

- نحسب الآن حجم CH_4 السائل :

$$n_{\ell}(\text{CH}_4) = \frac{\rho(\text{CH}_4) \cdot V_{\ell}(\text{CH}_4)}{M} \rightarrow V_{\ell}(\text{CH}_4) = \frac{n_{\ell}(\text{CH}_4) \cdot M(\text{CH}_4)}{\rho_{\ell}(\text{CH}_4)}$$

$$V_{\ell}(\text{CH}_4) = \frac{10 \cdot 16}{550} = 0,291 \text{ L}$$

3- أ. الكتلة المولية لغاز البوتان :

$$n(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) = \frac{m}{M} \rightarrow M(\text{C}_x\text{H}_{2x+2}) = \frac{m}{n}$$

$$M(\text{C}_x\text{H}_{2x+2}) = \frac{116}{2} = 58 \text{ g/mol}$$

ب- قيمة n :

$$M(\text{C}_x\text{H}_{2x+2}) = 12x + 2x + 2 = 14x + 2$$

و حيث أن : $M(\text{C}_x\text{H}_{2x+2}) = 58 \text{ g/mol}$ يصبح لدينا :

$$14x + 2 = 58 \rightarrow x = \frac{58 - 2}{14} = 4$$

إذن الصيغة الجزيئية المجملة للبوتان هي C_4H_{10} .

حل الجزء الرابع - ت 03 - :

1- الكتلة المولية للإيبوزين :

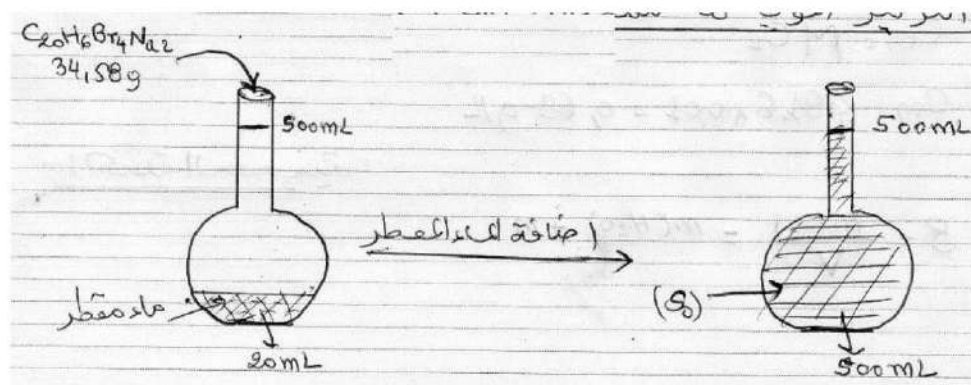
$$M = (20 \cdot 12) + (6 \cdot 1) + (5 \cdot 16) + (4 \cdot 79,9) + (2 \cdot 23) = 691,6 \text{ g/mol}$$

2- أ. كمية المادة في 34,58 g من الإيبوزين :

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{34,58}{691,6} = 0,05 \text{ mol}$$

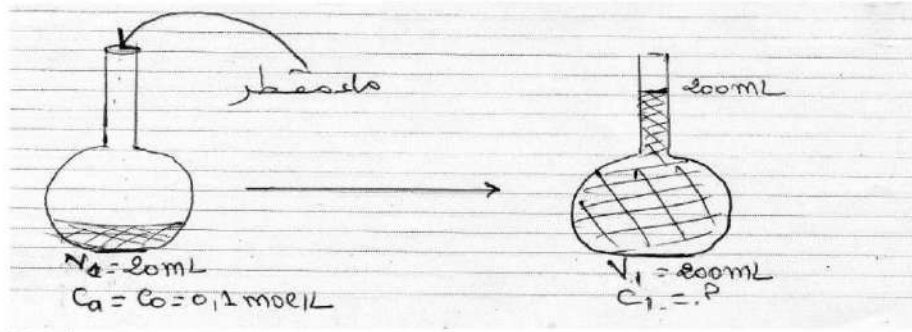
ب- التركيز المولي C_0 للمحلول (S_0) :



$$C_0 = \frac{n}{V} = \frac{0,05}{0,5} = 0,1 \text{ mol}$$

3- أ- تسمى هذه العملية بالتمديد .

ب- معامل التمديد :



$$f = \frac{V_1}{V_0} = \frac{200 \text{ ml}}{20 \text{ ml}} = 10$$

التركيز المولي C1 :

طريقة (1) :

أثناء التمديد لا تتغير كمية المادة لذا يكون :

$$n_0 = n_1$$

$$C_0 V_0 = C_1 V_1 \rightarrow C_1 = \frac{C_0 V_0}{V_1}$$

$$C_1 = \frac{0.1 \cdot 0.02}{0.2} = 0.01 \text{ mol}$$

طريقة (2) :

$$C_1 = \frac{C_0}{f}$$

$$C_1 = \frac{0.1}{10} = 0.01 \text{ mol}$$

التركيز الكتلي :

$$C_m = M C_1$$

$$C_m = 691.6 \cdot 0.01 = 0.69 \text{ g/L}$$

حل الجزء الخامس - ت 03 - :

قيمة m0 :

- نحسب أولا كتلة كلور البوتاسيوم النقية المنحلة في المحلول (S0) :

$$C_0 = \frac{n_0(\text{KCl})}{V} = \frac{M}{V} = \frac{m}{M \cdot V} \rightarrow m = C_0 M V$$

$$\bullet M(\text{KCl}) = 39 + 35.5 = 74.5 \text{ g/mol}$$

$$\bullet m = 74.5 \cdot 0.4 = 5.96 \text{ g}$$

و لدينا :

$$P = \frac{m}{m_0} \cdot 100 \rightarrow m_0 = \frac{m \cdot 100}{P} \rightarrow m_0 = \frac{5.96 \cdot 100}{80} = 7.45 \text{ g}$$

2- ب- تسمى هذه العملية بالتمديد

ب- معامل التمديد

الحجم قبل التمديد هو V0 = 20 mL و أصبح بعد التمديد

$$V = 100 \text{ mL} \text{ ، إذن : } f = \frac{V}{V_0} = \frac{100}{20} = 5$$

ج- التركيز المولي C للمحلول (س):

$$C = \frac{C_0}{f} = \frac{0,2}{5} = 0,04 \text{ mol/L} \quad (ط)$$

(ط) حسب قانون التمديد:

$$C_0 V_0 = C V \rightarrow C = \frac{C_0 V_0}{V}$$

$$C = \frac{0,2 \times 20 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-3}} = 0,04 \text{ mol/L}$$

3-4- الحجم اللازم نزعها من العينة عن طريق التبخير:
أثناء التبخير لا تتغير كمية المادة لذا يكون:

$$C_0 V_0 = C V$$

$$C_0 V_0 = C (V_0 - V')$$

وعندها $C = 2C_0$ يصبح:

$$C_0 V_0 = 2C_0 (V_0 - V')$$

$$V_0 = 2(V_0 - V')$$

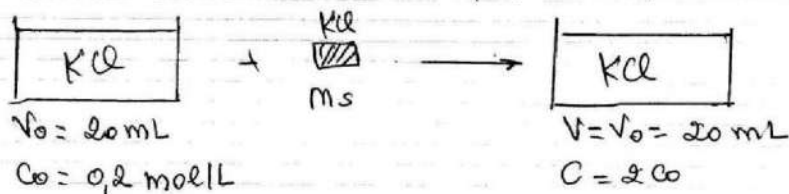
$$V_0 = 2V_0 - 2V'$$

$$2V' = 2V_0 - V_0$$

$$2V' = V_0 \rightarrow V' = \frac{V_0}{2}$$

$$V' = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{2} = 10^{-2} \text{ L} = 10 \text{ mL}$$

ب- كتلة كلور البوتاسيوم اللازم إضافتها:



$$n_0(\text{KCl}) + n_s(\text{KCl}) = n(\text{KCl})$$

$$C_0 V_0 + \frac{m_s}{M} = C V_0 = 2C_0 V_0 \quad (C = 2C_0 \text{ لأن})$$

$$\frac{m_s}{M} = 2C_0 V_0 - C_0 V_0 = C_0 V_0 \rightarrow m_s = M C_0 V_0$$

$$m_s = 74,5 \times 0,2 \times 20 \cdot 10^{-3} = 0,298 \text{ g}$$

حل الجزء السادس - ت 03 - :

1- نسمي هذه العملية: التخفيف أو التمديد.

2- لدينا $C_0 = \frac{n_0}{V_s}$ (1)

حيث $V_s = 1L$ ، ولدينا كمية مادة كلور الصوديوم المنحلة في لتر $n_0 = \frac{m}{M} = \frac{5,85}{58,5} = 0,1 \text{ mol}$ ، وبالتعويض في العلاقة (1)

$$C_0 = \frac{0,1}{1} = 0,1 \text{ mol/L}$$

3- نحسب قيمة التركيز المولي C من العلاقة $G = K \sigma = K(\lambda_{Na^+} \times [Na^+] + \lambda_{Cl^-} \times [Cl^-])$

حسب انحلال كلور الصوديوم في الماء $NaCl(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + Cl^-(aq)$ ، فإن $[Na^+] = [Cl^-] = C$ ، وبالتالي

$$C = \frac{G}{K(\lambda_{Na^+} + \lambda_{Cl^-})} = \frac{6,3 \times 10^{-4}}{0,01 \times 12,63 \times 10^{-3}} = 5 \text{ mol/m}^3 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$
 ومنه $G = KC(\lambda_{Na^+} + \lambda_{Cl^-})$

4- لكي نحسب كمية مادة Na^+ في المحلول S يجب أن نحسب قيمة الحجم V_0 ، حيث لدينا معامل التخفيف $F = \frac{C_0}{C} = \frac{0,1}{5 \times 10^{-3}} = 20$

$$V_0 = \frac{V}{F} = \frac{500}{20} = 25 \text{ mL}$$
 ومنه $F = \frac{V}{V_0}$

كمية مادة شوارد الصوديوم الموجودة في المحلول S هي نفسها الموجودة في الحجم V_0 ، وبالتالي $n(Na^+) = C_0 V_0 = 0,1 \times 25 \times 10^{-3}$

$$n(Na^+) = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

أو: $n(Na^+) = C V' = 5 \times 10^{-3} \times 0,5 = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ، وبالتالي $V' = 500 \text{ mL}$

5- يحتوي المحلول S' على الشوارد Na^+ ، Cl^- ، K^+ . نهمل شوارد الهيدرونيوم (H_3O^+) وشوارد الهيدروكسيد (HO^-) الناتجة عن التفكك الذاتي للماء (لنا موعد مع هذا الكلام لاحقاً).

$$(2) \quad \sigma = \lambda_{Na^+} \times [Na^+] + \lambda_{Cl^-} \times [Cl^-] + \lambda_{K^+} \times [K^+]$$

نحسب التراكيز المولية لهذه الشوارد في المحلول S' :

$$[Na^+] = \frac{C V_1}{V_1 + V_2} = \frac{5 \times 10^{-3} \times 50}{100} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol/L} = 2,5 \text{ mol/m}^3$$

$$[K^+] = \frac{[K^+] V_2}{V_1 + V_2} = \frac{0,01 \times 50}{100} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol/L} = 5 \text{ mol/m}^3$$

$$[Cl^-] = \frac{C V_1 + [Cl^-] V_2}{V_1 + V_2} = \frac{5 \times 10^{-3} \times 50 + 0,01 \times 50}{100} = 7,5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$
 ، وبالتالي $[K^+] = [Cl^-]$

$$[Cl^-] = 7,5 \text{ mol/m}^3$$

$$\sigma = 5 \times 10^{-3} \times 2,5 + 7,63 \times 10^{-3} \times 7,5 + 7,35 \times 10^{-3} \times 5 = 0,106 \text{ S.m}^{-1}$$
 : (2) العلاقة في

حل التمرين 04 :

حل الجزء الأول - ت 04 - :

I. تعريف كل من المؤكسد والمرجع.

- المؤكسد Ox : هو فرد كيميائي قادر على اكتساب إلكترون أو أكثر
- المرجع Red : هو فرد كيميائي قادر على فقدان إلكترون أو أكثر .

II. تعريف كل من تفاعل الأكسدة وتفاعل الإرجاع.

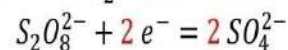
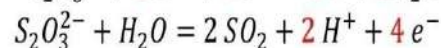
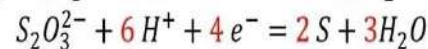
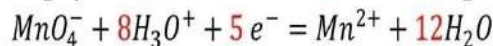
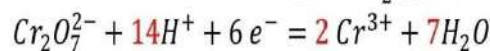
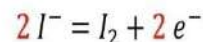
- الأكسدة : هو تغير كيميائي يتم فيه فقدان إلكترون أو أكثر .
- الإرجاع : هو تغير كيميائي يتم فيه اكتساب إلكترون أو أكثر .

III. تعريف تفاعل أكسدة - إرجاع.

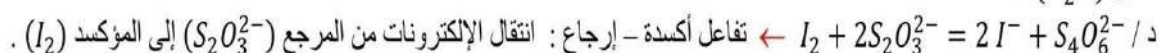
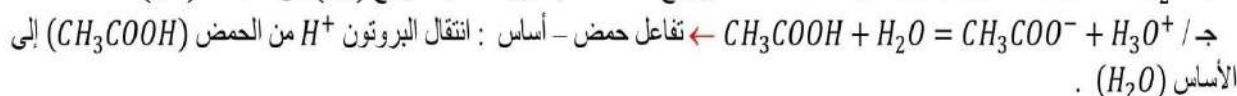
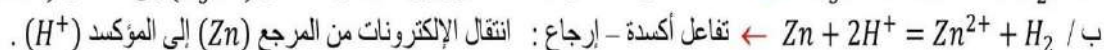
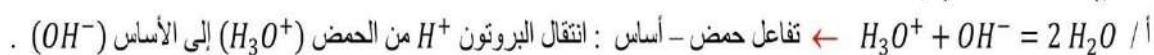
- تفاعل الأكسدة الإرجاعية : هو تحول كيميائي يتم فيه انتقال للإلكترونات

حل الجزء الثاني - ت 04 - :

1- المعادلات النصفية :

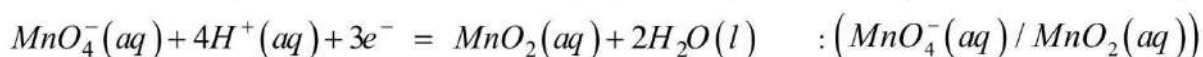
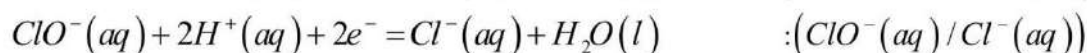
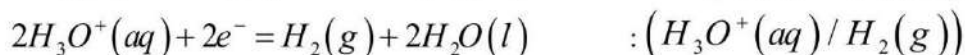
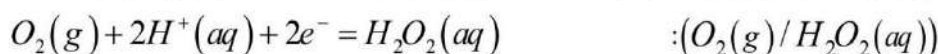
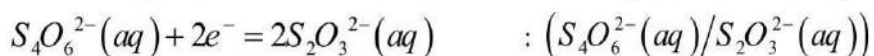
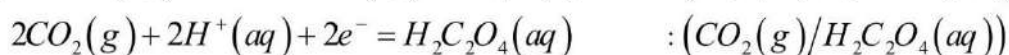
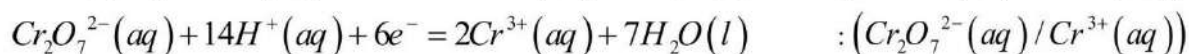
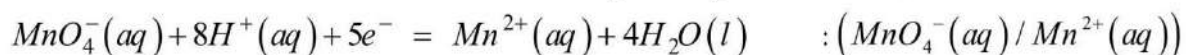


2 - طبيعة التفاعلات التالية :



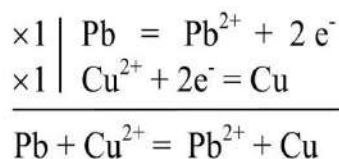
حل الجزء الثالث - ت 04 - :

كتابة المعادلات النصفية الإلكترونية للثنائية (ox / red) التالية :

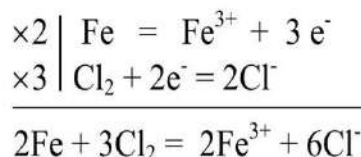


حل الجزء الرابع - ت 04 - :

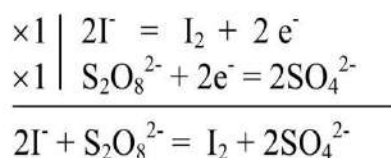
المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع و معادلة الأكسدة الإرجاعية :
• التفاعل (1) بين Cu^{2+} و Pb :



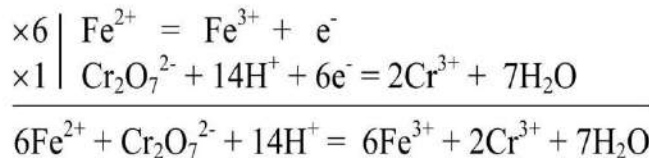
• التفاعل (2) بين Cl_2 و Fe :



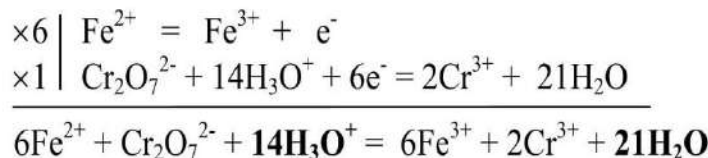
• التفاعل (3) بين I^- و $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$:



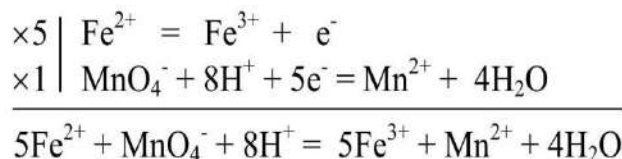
• التفاعل (4) بين Fe^{2+} و $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$:



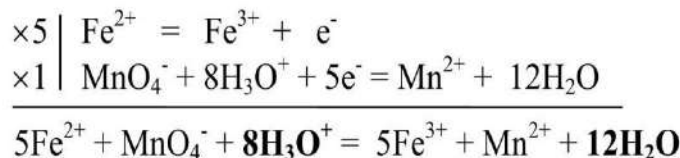
عندما نوازن الهيدروجين بـ H_3O^+ بدل H^+ :



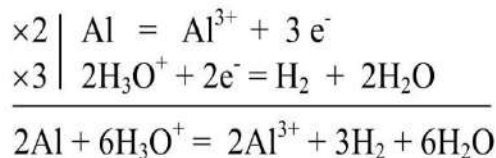
• التفاعل (5) بين Fe^{2+} و MnO_4^- :



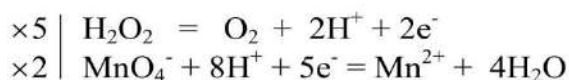
عندما نوازن الهيدروجين بـ H_3O^+ بدل H^+ :



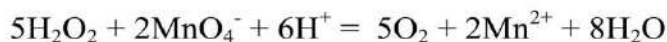
• التفاعل (6) بين Al و H_3O^+ :



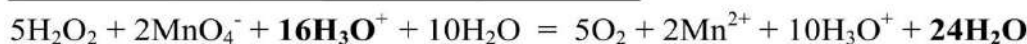
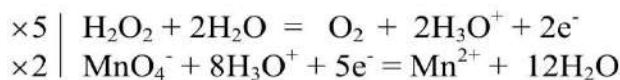
• التفاعل (7) بين H_2O_2 و MnO_4^- :



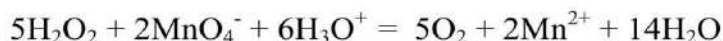
و باختزال H^+ يصبح :



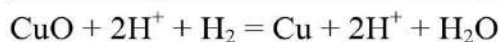
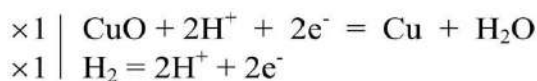
عندما نوازن الهيدروجين بـ H_3O^+ بدل H^+ :



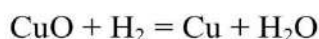
و باختزال H^+ يصبح :



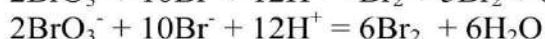
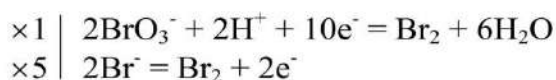
• التفاعل (8) بين H_2 و CuO :



و باختزال H^+ يصبح :



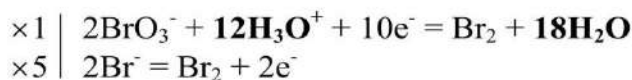
• التفاعل (9) بين Br^- و BrO_3^- :



و بالاختزال نجد :



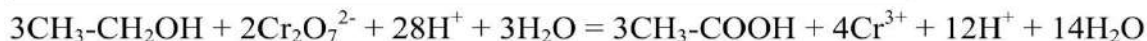
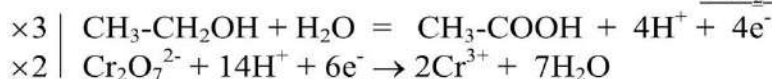
عندما نوازن الهيدروجين بـ H_3O^+ بدل H^+ :



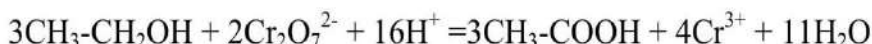
و بالاختزال نجد :



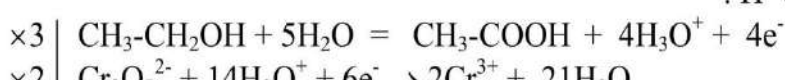
• التفاعل (10) بين $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ و $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$:



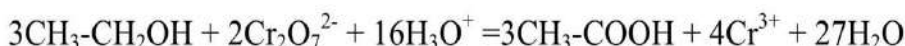
و باختزال H^+ يصبح :



عندما نوازن الهيدروجين بـ H_3O^+ بدل H^+ :



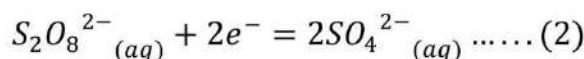
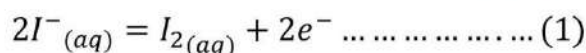
و باختزال H_3O^+ يصبح :



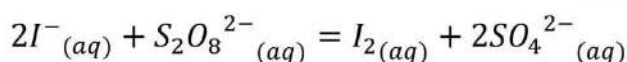
حل الجزء الخامس - ت 04 :

I. كتابة معادلة التفاعل الكيميائي النمذج للتحويل الحادث :

■ المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الارجاع :

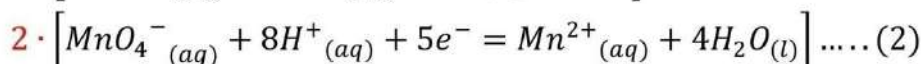
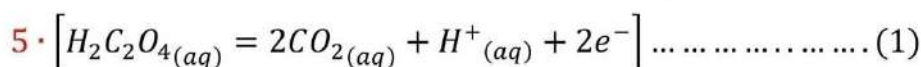


■ معادلة تفاعل الأكسدة الارجاعية : نجمع المعادلتين (1) و (2) طرفا لطرف

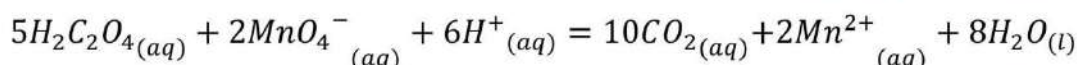


II. كتابة المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع و استنتاج معادلة تفاعل الأكسدة الإرجاعية .

■ المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الارجاع :



■ معادلة تفاعل الأكسدة الارجاعية : نجمع المعادلتين (1) و (2) طرفا لطرف

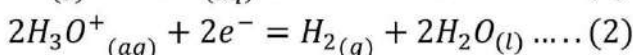
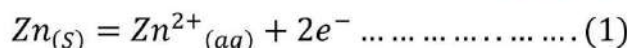


■ دور حمض الكبريت المركز في هذا التفاعل :

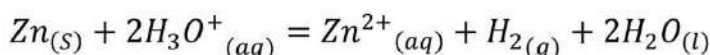
دور حمض الكبريت المركز هو توفير شوارد H_3O^+ اللازمة للتفاعل و لا يعتبر وسيطا لأن H_3O^+ تشارك في التفاعل .

III. كتابة معادلة التفاعل النمذج للتحويل الكيميائي الحادث :

■ المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الارجاع :

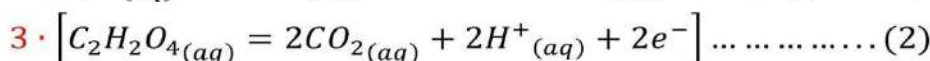
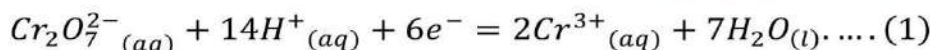


■ معادلة تفاعل الأكسدة الارجاعية : نجمع المعادلتين (1) و (2) طرفا لطرف

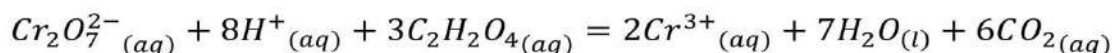


VI. كتابة المعادلة المعبرة عن التفاعل أكسدة - إرجاع النمذج للتحويل الكيميائي الحادث .

■ المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الارجاع :

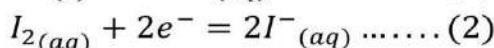
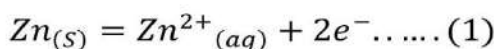


■ معادلة تفاعل الأكسدة الارجاعية : نجمع المعادلتين (1) و (2) طرفا لطرف

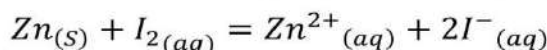


V. كتابة معادلة التفاعل النمذج للتحويل الكيميائي الحادث :

■ المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الارجاع :

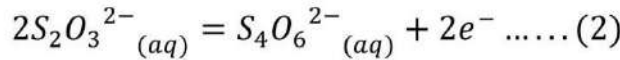
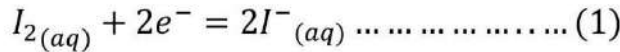


■ معادلة تفاعل الأكسدة الارجاعية : نجمع المعادلتين (1) و (2) طرفا لطرف

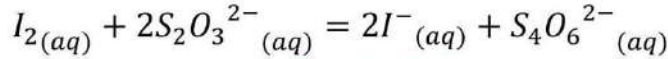


IV. كتابة المعادلة الاجمالية لتفاعل الأكسدة - إرجاع الحاصل بين الثنائيتين .

■ المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع :

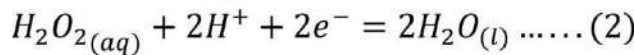
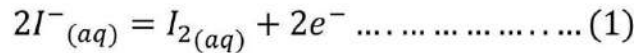


■ معادلة تفاعل الأكسدة الارجاعية : نجمع المعادلتين (1) و (2) طرفا لطرف

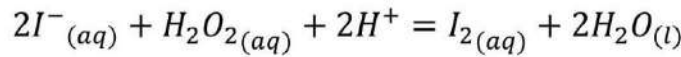


IV. كتابة معادلة التفاعل أكسدة - إرجاع معتمدا على المعادلتين النصفيتين .

■ المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع :



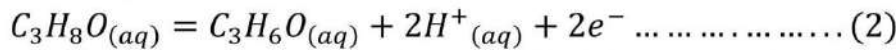
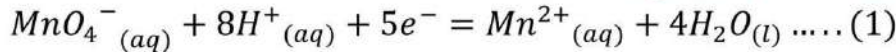
■ معادلة تفاعل الأكسدة الارجاعية : نجمع المعادلتين (1) و (2) طرفا لطرف



حل الجزء السادس - ت 04 - :

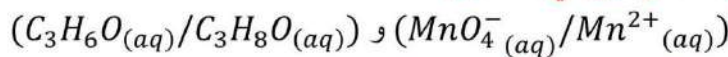
I. تبين أن التفاعل الحادث هو تفاعل أكسدة - إرجاع

■ المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع :

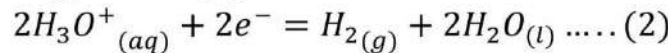
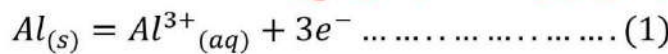


التفاعل الحادث هو تفاعل أكسدة إرجاع لأن هناك انتقال للإلكترونات .

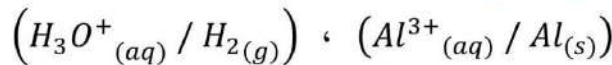
■ كتابة الثنائيتين Ox/Red المشاركتين في التفاعل .



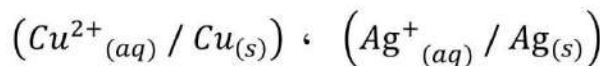
II. كتابة المعادلتين النصفيتين الإلكترونييتين للأكسدة و الإرجاع :



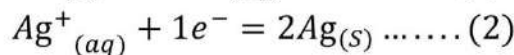
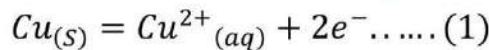
■ تحديد الثنائيتين Ox/Red المشاركتين في التفاعل :



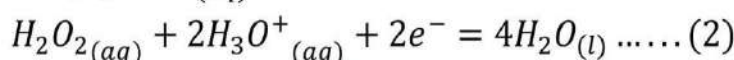
III. تحديد الثنائيتين Ox/Red المشاركتين في التفاعل :



■ كتابة المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع :



VI. كتابة المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع :

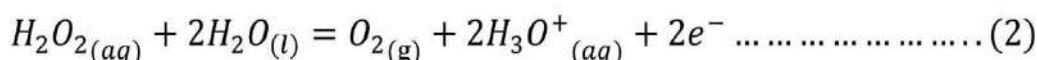
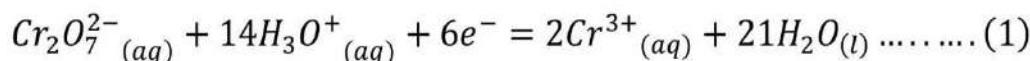


■ هل يمكن اعتبار حمض الكبريت كوسيط في هذا التفاعل ؟ علل.

حمض الكبريت المركز لا يعتبر وسيطا

التعليل: لأنه يشارك بالشاردة H_3O^+ في التفاعل .

V. كتابة المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الارجاع الموافقتين لهذا التفاعل:



■ هل يمكن اعتبار حمض الكبريت كوسيط في هذا التفاعل ؟ علل.

حمض الكبريت المركز لا يعتبر وسيطا

التعليل: لأنه يشارك بالشاردة H_3O^+ في التفاعل

حل التمرين 05 :

حل الجزء الأول - ت 05 - :

$$\begin{aligned} v_A &= - \frac{dn(A)}{dt} & 12 & - 5 \\ v_C &= \frac{dn(C)}{dt} & 13 & \\ \frac{v_A}{a} &= \frac{v_B}{b} = \frac{v_C}{c} = \frac{v_D}{d} & 14 & \end{aligned}$$

6- زمن نصف التفاعل هو الزمن اللازم لبلوغ التقدم نصف قيمته النهائية .
وإذا كان التفاعل تاماً نقول كذلك :
هو الزمن اللازم لاستهلاك نصف كمية المتفاعل المحدد .

7- العامل الحركي يعمل على تغيير تواتر التصادمات الفعالة بين المتفاعلات

1- المقصود بالمتابع الزمني لتحويل كيميائي هو معرفته كيفية تطور تقدم وسرعة التفاعل في كل لحظة .

2- * المعايرة اللونية (كيميائية)
لأنها تعتمد على تفاعل كيميائي يتخضم فيه النوع الكيميائي الذي نعايره
* قياس الناقليّة (فيزيائية)
لأنها تعتمد على جهاز للقياس وليس على تفاعل كيميائي .

3- * درجة الحرارة
* تراكيز المتفاعلات
الوسيط هو نوع كيميائي يُضاف للتزيج المتفاعل من أجل رفع السرعة .

4- سرعة التفاعل مقدار فيزيائي يعبر عن تغير التقدم في وحدة الزمن .
السرعة العجمية للتفاعل هي سرعة التفاعل في مزيج حجمه 1L .

$$v_{mix} = \frac{1}{V_s} \frac{dx}{dt} , \quad v_x = \frac{dx}{dt}$$

حل الجزء الثاني - ت 05 - :

4- العامل الحركي هو العامل الذي يغير سرعة

التفاعل .

- درجة الحرارة

- التراكيز الابتدائية للتفاعلات

على المستوى الجزيئي :

لأن رفع درجة الحرارة مثلا أو التراكيز
الابتدائية يرفع تواتر التصادمات لفعالة
بين المتفاعلات ، وبالتالي سرعة أكبر .

5- الوسيط : مادة كيميائية تضاف

للمزيج المتفاعل بهدف رفع سرعة

التفاعل ، يساهم في مراحل التفاعل

وينسحب في نهاية التفاعل :

لا يؤثر على التركيب المولي للمزيج

في نهاية التفاعل .

- وساطة متجانسة

- وساطة غير متجانسة

- وساطة إنزيمية

1- زمن نصف التفاعل هو الزمن اللازم

لبلوغ التقدم نصف قيمته النهائية .

الفائدة العملية من زمن نصف التفاعل :

لأن التفاعلات التي ندرسها تنتهي في مدة
قدرها حوالي 10^4 ، وبالتالي إذا كان
التفاعل بطيئا جدا (زمن نصف التفاعل من
رتبة الساعات مثلا أو الأيام) ، يمكن
أن نعرف مدته بالوصول فقط لزمن نصف
التفاعل ؛ حيث نقدر 10^4 وحدة لقياس
مدة التفاعلات .

2- العبارتان الصحيحتان هما :

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

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} \text{ "غير تام"}$$

3- السرعة الحجمية للتفاعل هي مقدار تغير
التقدم في وحدة الزمن في زمن المزيج
المتفاعل :

حل الجزء الثالث - ت 05 - :

أ- تعريف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

هو الزمن الضروري لبلوغ تقدم التفاعل لنصف تقدمه الأعظمي ونكتب : $x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2}$.

استنتاج زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

$$\text{لما } t = t_{1/2} \text{ فإن } x = \frac{x_f}{2} = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ mmol}$$

$t_{1/2}$ هي فاصلة الترتيبية $x = 2.5 \text{ mmol}$ ، وبالإسقاط على محور الأزمنة نجد $t_{1/2} = 7s$

حل الجزء الرابع - ت 05 - :

- تبين أنه لما $t = t_{1/2}$ يكون : $n_{Cr^{3+}}(t_{1/2}) = \frac{n_f(Cr^{3+})}{2}$

نعلم أن : $n_{Cr^{3+}}(t) = 2x(t)$

$$\text{ولما } t = t_{1/2} \text{ نجد : } \begin{cases} n_{Cr^{3+}}(t_{1/2}) = 2x(t_{1/2}) \\ x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2} \end{cases} \text{ ومنه : } n_{Cr^{3+}}(t_{1/2}) = x_{\max}$$

ولما $t = t_f$ (عند الحالة النهائية) نجد : $n_f(Cr^{3+}) = 2x_{\max}$ ومنه : $x_{\max} = \frac{n_f(Cr^{3+})}{2}$

إذن : $n_{Cr^{3+}}(t_{1/2}) = \frac{n_f(Cr^{3+})}{2}$ وهو المطلوب .

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

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

وعليه : $t_{1/2}$ هو فاصلة النقطة ذات الترتيبية 2 mmol وبالإسقاط نجد : $t_{1/2} = 4,9 \text{ min}$.

حل الجزء الخامس - ت 05 - :

أ- تعريف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$: هو المدة الزمنية الضرورية لبلوغ تقدم التفاعل لنصف تقدمه الأعظمي

ب- تبيان أنه لما $t = t_{1/2}$ يمكن كتابة العبارة التالية: $n_{Cu}(t_{1/2}) = \frac{n_0(Cu) + n_f(Cu)}{2}$:

لدينا من جدول تقدم التفاعل : $n_{Cu}(t) = n_{01}(Cu) - x(t)$:

لما $t = t_{1/2}$ نجد : $n_{Cu}(t_{1/2}) = n_{01}(Cu) - x(t_{1/2})$ ومنه : $n_{Cu}(t_{1/2}) = n_{01}(Cu) - \frac{x_{max}}{2}$

ومنه : (1) $n_{Cu}(t_{1/2}) = \frac{2n_{01}(Cu) - x_{max}}{2}$

لما $t = t_f$ نجد : $n_f(Cu) = n_{01}(Cu) - x_{max}$ ومنه : $x_{max} = n_{01}(Cu) - n_f(Cu)$

بالتعويض في (1) نجد : $n_{Cu}(t_{1/2}) = \frac{n_{01}(Cu) + n_f(Cu)}{2}$ وهو المطلوب .

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

$$n_{Cu}(t_{1/2}) = \frac{5 \times 10^{-2} + 2,5 \times 10^{-2}}{2} = 3,75 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$t_{1/2}$ يمثل فاصلة الترتيب : $n_{Cu}(t_{1/2}) = 3,75 \times 10^{-2} \text{ mol}$

بالاسقاط على المنحنى نجد : $t_{1/2} = 7,2 \text{ min}$.

حل الجزء السادس - ت 05 - :

أ- تبيان أن التركيز المولي لثنائي اليود عند $t = t_{1/2}$ يكتب بالعبارة : $[I_2]_{t_{1/2}} = \frac{c + [I_2]_f}{2}$:

لدينا من جدول تقدم التفاعل : $n_{I_2}(t) = n_{02} - x(t)$:

لما $t = t_{1/2}$ نجد : (1) $n_{I_2}(t_{1/2}) = n_{02} - x(t_{1/2})$

لما $t = t_f$ نجد : $n_f(I_2) = n_{02} - x_{max}$ ولدينا : $x_{max} = 2x(t_{1/2})$ ومنه : $n_f(I_2) = n_{02} - 2x(t_{1/2})$

أي : $x(t_{1/2}) = \frac{n_{02} - n_f(I_2)}{2}$

بتعويض (2) في (1) نجد : $n_{I_2}(t_{1/2}) = n_{02} - \frac{n_{02} - n_f(I_2)}{2}$ ومنه : $n_{I_2}(t_{1/2}) = \frac{n_{02} + n_f(I_2)}{2}$

ومنه : $[I_2]_{t_{1/2}} = \frac{c + [I_2]_f}{2}$ إذن : $[I_2]_{t_{1/2}} = \frac{cV + [I_2]_f V}{2V}$ أي : $[I_2]_{t_{1/2}} V = \frac{cV + [I_2]_f V}{2}$

ب- استنتاج قيمة $t_{1/2}$:

$$[I_2]_{t_{1/2}} = \frac{c + [I_2]_f}{2} = \frac{200 + 50}{2} = 125 \text{ mmol / L}$$

وبالاسقاط نجد : $t_{1/2} = 1,35 \times 10^2 \text{ s}$

ج- التركيب المولي للمزيج عند اللحظة : $t = t_{1/2}$:

لما $t = t_{1/2}$ نجد : $[I_2]_{t_{1/2}} = 125 \text{ mmol / L}$ ولدينا : $x(t_{1/2}) = (c - [I_2]_{t_{1/2}}) V$

ت- ع : $x(t_{1/2}) = (200 - 125) \times 10^{-3} \times 100 \cdot 10^{-3} = 0,0075 \text{ mol}$

$n_{I_2}(t_{1/2}) = n_{02} - x(t_{1/2}) = 0,2 \times 0,1 - 0,0075 = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$	$n_{Zn}(t_{1/2}) = n_{01} - x(t_{1/2}) = \frac{0,981}{65,4} - 0,0075 = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
$n_{I^-}(t_{1/2}) = 2x(t_{1/2}) = 15 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$n_{Zn^{2+}}(t_{1/2}) = x(t_{1/2}) = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

حل التمرين 06 :

حل الجزء الأول - ت 06 - :

الملاحظة: نلاحظ أن سرعة ذوبان قرص الفيتامين C في البيشر (2) أكبر

الاستنتاج : التفاعل يكون أسرع عندما تكون درجة الحرارة أكبر و بالتالي درجة الحرارة تعتبر عامل حركي

حل الجزء الثاني - ت 06 - :

1_ المتفاعل الذي تم دراسته في هذا النشاط هو دراسة تركيزه I^- (شوارد اليود)


2_ **الملاحظة :** نلاحظ ظهور اللون البني بسرعة في الأنبوب الذي تركيزه أكبر في الأنبوب الثالث ثم يليه الأنبوب الثاني

فالأول

* **الإستنتاج :** سطر الزيادة في تركيز يزيد في سرعة التفاعل

3_ **التفسير المجهرى :**

الزيادة في تركيز المتفاعلات الابتدائية تزداد التصادمات بين الجزيئات وبالتالي تزداد سرعة المتفاعلات


النتيجة : الزيادة في تركيز المتفاعلات الابتدائية يؤدي إلى الزيادة في سرعة التفاعل والعكس صحيح 

حل الجزء الثالث - ت 06 - :

في الكأس الأول : لا نلاحظ أي شيء

في الكأس الثاني : نلاحظ انطلاق فقاعات غازية

في الكأس الثالث : نلاحظ انطلاق فقاعات غازية بجوار الكبد

النتيجة :  كل من شوارد الحديد Fe^{3+} والبلاتين والكبد (الكالاز) عبارة عن وسائط تعمل على تسريع التفاعل

حل الجزء الرابع - ت 06 - :

1. **الملاحظة:** نلاحظ أن البيشر الأول تكون سرعة ذوبان المسحوق أكبر من القرص المقسم في البيشر الثاني وهذا الأخير

سرعه أكبر من سرعة ذوبان القرص كاملا في البيشر الثالث .

2. **الاستنتاج :** نستنتج أنه كلما زاد سطح التلامس ازدادت سرعة التفاعل .

حل الجزء الخامس - ت 06 :

-/1

✓ مدة اختفاء قرص فيتامين C في الكأس الثاني أقل منها في الكأس الأول .

الاول → B

الثاني → A

حل الجزء السادس - ت 06 :

-/1

✓ مدة اختفاء قرص فيتامين C في الكأس الثاني أقل منها في الكأس الأول .

الاول → A

الثاني → B

-/2 تكون مساحة سطح التلامس أكبر في القرص المسحوق .

حل الجزء السابع - ت 06 :

-/1

الاول → C

الثاني → A

الثالث → B

حل الجزء الثامن - ت 06 :

1- تحديد الثنائيتين (Ox/Red) للفاعل السابق: (I_2/I^-) , (H_2O_2/H_2O)

2- حساب السرعة الحجمية للفاعل لكل بيان عند بداية التفاعل:

$$\text{البيان 1: } v_V(0) = \frac{1}{V_T} \frac{dx(t)}{dt} \Big|_{t=0} = \frac{1}{0.05} \times \frac{(2-0) \times 10^{-3}}{20-0} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol/L.min}$$

$$\text{البيان 2: } v_V(0) = \frac{1}{V_T} \frac{dx(t)}{dt} \Big|_{t=0} = \frac{1}{0.05} \times \frac{(2-0) \times 10^{-3}}{14-0} = 2.8 \times 10^{-3} \text{ mol/L.min}$$

$$\text{البيان 3: } v_V(0) = \frac{1}{V_T} \frac{dx(t)}{dt} \Big|_{t=0} = \frac{1}{0.05} \times \frac{(2-0) \times 10^{-3}}{10-0} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol/L.min}$$

$$\text{البيان 4: } v_V(0) = \frac{1}{V_T} \frac{dx(t)}{dt} \Big|_{t=0} = \frac{1}{0.05} \times \frac{(2.5-0) \times 10^{-3}}{8-0} = 6.25 \times 10^{-3} \text{ mol/L.min}$$

3- التجريبتان اللتان تسمحان بإظهار مدى تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل هما: التجريبتين 3 مع 4

التعليل: لأن لهما نفس التراكيز الابتدائية للمتفاعلات بينما درجة الحرارة مختلفة.

4- التجريبتان اللتان تسمحان بإظهار مدى تأثير التراكيز الابتدائية للمتفاعلات على سرعة التفاعل هما: التجريبتين 1 مع

2 أو 1 مع 3.

التعليل: لأن لهما نفس درجة الحرارة بينما التراكيز الابتدائية للمتفاعلات مختلفة.

حل الجزء التاسع - ت 06 - :

- 1- الشوارد H_3O^+ تلعب دور متفاعل لأنها ظهرت في معادلة التفاعل الكيميائي ، بينما الوسيط لا يدخل في التفاعل وبالتالي لا يظهر في معادلة التفاعل .
- 2- التجربة الموافقة لكل منحنى :
 - تزداد سرعة التفاعل كلما ازدادت درجة حرارة التفاعل ، و كلما كانت التراكيز الابتدائية للمتفاعلات أكبر ، و على هذا الأساس فالتفاعل الأسرع يكون في التجربة (2) و يوافقه المنحنى (c) ، يليه التفاعل في التجربة (3) و يوافقه المنحنى (b) ، يليه التفاعل في التجربة (1) و يوافقه المنحنى (a) .

حل الجزء العاشر - ت 06 - :

- 1- تعريف العامل الحركي :
 العامل الحركي هو كل عامل يؤثر في سرعة التفاعل من دون المساس بالتركيب المولي النهائي للجلمة الكيميائية
- 2- التراكيز الابتدائية لكل من $S_2O_3^{2-}$ و H^+ في المزيج خلال التجريبتين (1) ، (2) :
 التجربة (1) : حجم المزيج في هذه التجربة هو : $V = V_1 + V_2$. (حجم الماء $V_0 = 0$)

$$[S_2O_3^{2-}]_0 = \frac{n_0(S_2O_3^{2-})}{V_1 + V_2}$$
 كمية مادة $S_2O_3^{2-}$ في المزيج هي نفسها في محلول ثيوكبريتات الصوديوم قبل المزج لذا يكون :

$$n_0(S_2O_3^{2-}) = C_1 V_1 \rightarrow [S_2O_3^{2-}]_0 = \frac{C_1 V_1}{V_1 + V_2} \rightarrow [S_2O_3^{2-}]_0 = \frac{1 \times 5 \cdot 10^{-3}}{(5 + 45) \cdot 10^{-3}} = 0.10 \text{ mol/L}$$

$$[H^+]_0 = \frac{n_0(H^+)}{V_1 + V_2}$$
 كمية مادة H^+ في المزيج هي نفسها في حمض كلور الماء قبل المزج لذا يكون :

$$n_0(H^+) = C_2 V_2 \rightarrow [H^+]_0 = \frac{C_2 V_2}{V_1 + V_2} \rightarrow [H^+]_0 = \frac{0.2 \cdot 45 \cdot 10^{-3}}{(5 + 45) \cdot 10^{-3}} = 0.18 \text{ mol/L}$$
 التجربة (2) : حجم المزيج في هذه التجربة هو : $V = V_1' + V_2' + V_0$ بنفس الطريقة المتبعة سابقا نجد :

$$[S_2O_3^{2-}]_0 = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2 + V_0} = \frac{1 \times 5 \cdot 10^{-3}}{(5 + 25 + 20) \cdot 10^{-3}} = 0.10 \text{ mol/L}$$

$$[H^+]_0 = \frac{C_2 V_2}{V_1 + V_2 + V_0} = \frac{0.2 \times 25 \cdot 10^{-3}}{(5 + 25 + 20) \cdot 10^{-3}} = 0.10 \text{ mol/L}$$
- التفاعل الأسرع :
 نلاحظ أن التركيز الابتدائي لـ $S_2O_3^{2-}$ في المزيج هو نفسه في التجريبتين و أن التركيز الابتدائي لـ H^+ في المزيج يكون أكبر في التجربة (1) و منه التفاعل يكون أسرع في التجربة (1) ، لأن التفاعل يكون أسرع كلما كانت التراكيز الابتدائية للمتفاعلات أكبر .
- 3- المقارنة بين m_1 ، m_2 :
 كون أن التفاعل أسرع في التجربة (1) تكون سرعة تشكل النواتج أكبر في هذه التجربة ، لذا فكتلة (S) المترسبة في التجربة (1) عند اللحظة $t = 20 \text{ min}$ تكون أكبر ، أي $m_1 > m_2$.
- 4- كيفية تغيير درجة الحرارة في التجربة (2) حتى نحصل على $m_2 = m_1$ عند اللحظة $t = 20 \text{ min}$:
 لدينا سابقا عند اللحظة $t = 20 \text{ min}$: $m_1 > m_2$ ، و حتى يكون $m_1 = m_2$ يجب زيادة سرعة التفاعل في التجربة (2) و هذا يتحقق برفع درجة الحرارة ، لأن التفاعل تزداد سرعته بازدياد درجة الحرارة .

حل التمرين 07 :

1- جدول التقدم

حالة الجملة	تقدم التفاعل (mol)	$Zn_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} = Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$				
ح. الابتدائية	$X=0$	$n_0 = \frac{m_0}{M}$	$n_1 = C \cdot V$	0	0	بوفرة
ح. الانتقالية	$X(t)$	$n_0 - x$	$n_1 - 2x$	x	x	
ح. النهائية	X_f	$n_0 - x_{max}$	$n_1 - 2x_{max}$	x_{max}	x_{max}	

-2

البيان 01 :

(a) عبارة سرعة التفاعل

نعلم ان :

$$v_{\text{تفاعل}}(t) = \frac{dx}{dt} \quad (1)$$

من جدول التقدم لدينا :

$$n_{Zn}(t) = \frac{m_0}{M} - x \rightarrow \frac{m}{M} = \frac{m_0}{M} - x$$

ومنه :

$$x = \frac{m_0}{M} - \frac{m}{M} \quad (2)$$

-بتعويض (2) في (1) نجد :

$$v_{\text{تفاعل}}(t) = \frac{d(\frac{m_0}{M} - \frac{m}{M})}{dt} \rightarrow v_{\text{تفاعل}}(t) = \frac{d(\frac{m_0}{M})}{dt} - \frac{d(\frac{m}{M})}{dt}$$

$$v_{\text{تفاعل}}(t) = -\frac{1}{M} \cdot \frac{dm}{dt}$$

(b) عبارة السرعة الحجمية

نعلم ان :

$$v_{\text{vol}}(t) = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt} \quad (3)$$

-بتعويض (2) في (3) نجد :

$$v_{\text{vol}}(t) = \frac{1}{V} \cdot \frac{d(\frac{m_0}{M} - \frac{m}{M})}{dt} \rightarrow v_{\text{vol}}(t) = \frac{1}{V} \cdot (\frac{d(\frac{m_0}{M})}{dt} - \frac{d(\frac{m}{M})}{dt})$$

$$v_{\text{vol}}(t) = -\frac{1}{V \cdot M} \cdot \frac{dm}{dt}$$

(c) عبارة زمن نصف التفاعل

نعلم ان :

$$\frac{m}{M} = \frac{m_0}{M} - x \rightarrow m = m_0 - M \cdot x$$

ومنه :

$$(مع \ m_f = 0 \text{ من البيان}) \quad m_f = m_0 - M \cdot x_{max}$$

مع مراعاة قواعد الاشتقاق

مع مراعاة قواعد الاشتقاق

ايضا :

$$m(t_{1/2}) = m_0 - M \cdot x(t_{1/2}) \rightarrow m(t_{1/2}) = m_0 - M \cdot \frac{x_{max}}{2}$$

$$m(t_{1/2}) = \frac{2m_0 - M \cdot x_{max}}{2} = \frac{m_0 + (m_0 - M \cdot x_{max})}{2}$$

اذن :

$$m(t_{1/2}) = \frac{m_0}{2}$$

البيان 02 :

(a) عبارة سرعة التفاعل

نعلم ان :

$$v_{\text{تفاعل}}(t) = \frac{dx}{dt} \quad (1)$$

من جدول التقدم لدينا :

$$n_{H_3O^+}(t) = C \cdot V - 2x \rightarrow [H_3O^+].V = C \cdot V - 2x$$

ومنه :

$$x = \frac{C \cdot V - [H_3O^+].V}{2} \quad (2)$$

-بتعويض (2) في (1) نجد :

$$v_{\text{تفاعل}}(t) = \frac{d\left(\frac{C \cdot V - [H_3O^+].V}{2}\right)}{dt} \rightarrow v_{\text{تفاعل}}(t) = \frac{d\left(\frac{C \cdot V}{2}\right)}{dt} - \frac{d\left(\frac{[H_3O^+].V}{2}\right)}{dt}$$

$$v_{\text{تفاعل}}(t) = -\frac{V}{2} \cdot \frac{d[H_3O^+]}{dt}$$

(b) عبارة السرعة الحجمية

نعلم ان :

$$v_{vol}(t) = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt} \quad (3)$$

-بتعويض (2) في (3) نجد :

$$v_{vol}(t) = \frac{1}{V} \cdot \frac{d\left(\frac{C \cdot V - [H_3O^+].V}{2}\right)}{dt} \rightarrow v_{vol}(t) = \frac{1}{V} \cdot \frac{d\left(\frac{C \cdot V}{2}\right)}{dt} - \frac{d\left(\frac{[H_3O^+].V}{2}\right)}{dt}$$

$$v_{vol}(t) = -\frac{1}{2} \cdot \frac{d[H_3O^+]}{dt}$$

(c) عبارة زمن نصف التفاعل

نعلم ان :

$$[H_3O^+].V = C \cdot V - 2x \rightarrow [H_3O^+] = \frac{C \cdot V - 2x}{V}$$

ومنه :

$$[H_3O^+]_f = C - \frac{2 \cdot x_{max}}{V}$$

ايضا :

$$[H_3O^+](t_{1/2}) = C - \frac{2 \cdot x(t_{1/2})}{V} \rightarrow [H_3O^+](t_{1/2}) = C - \frac{2 \cdot x_{max}}{2 \cdot V}$$

$$[H_3O^+](t_{1/2}) = \frac{1}{2} \left(2C - \frac{2 \cdot x_{max}}{V} \right) = \frac{1}{2} \left(C + C - \frac{2 \cdot x_{max}}{V} \right)$$

اذن :

$$[H_3O^+](t_{1/2}) = \frac{C + [H_3O^+]_f}{2}$$

البيان 03 :

(a) عبارة سرعة التفاعل
نعلم ان :

$$v_{\text{تفاعل}}(t) = \frac{dx}{dt} \quad (1)$$

من جدول التقدم لدينا :

$$n_{Zn^{2+}}(t) = x \quad (2)$$

-بتعويض (2) في (1) نجد :

$$v_{\text{تفاعل}}(t) = \frac{dn}{dt}$$

(b) عبارة السرعة الحجمية
نعلم ان :

$$v_{\text{vol}}(t) = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt} \quad (3)$$

-بتعويض (2) في (3) نجد :

$$v_{\text{vol}}(t) = \frac{1}{V} \cdot \frac{dn}{dt}$$

(c) عبارة زمن نصف التفاعل
نعلم ان :

$$n_{Zn^{2+}}(t) = x$$

ومنه :

$$n_f = x_{\text{max}}$$

ايضا :

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

اذن :

$$n(t_{1/2}) = \frac{n_f}{2}$$

البيان 04 :

(a) عبارة سرعة التفاعل
نعلم ان :

$$v_{\text{تفاعل}}(t) = \frac{dx}{dt} \quad (1)$$

ولدينا :

$$\sigma = \left(\frac{\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+}}{V} \right) \cdot x + \sigma_0 \rightarrow x = \frac{\sigma - \sigma_0}{\left(\frac{\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+}}{V} \right)} \quad (2)$$

-بتعويض (2) في (1) نجد :

$$v_{\text{تفاعل}}(t) = \frac{d \left(\frac{V \cdot (\sigma - \sigma_0)}{\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+}} \right)}{dt} \rightarrow v_{\text{تفاعل}}(t) = \frac{V}{(\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+})} \cdot \frac{d(\sigma - \sigma_0)}{dt}$$

$$\rightarrow v_{\text{تفاعل}}(t) = \frac{V}{(\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+})} \cdot \left(\frac{d(\sigma)}{dt} - \frac{d(\sigma_0)}{dt} \right)$$

$$v_{\text{تفاعل}}(t) = \frac{V}{(\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+})} \cdot \frac{d\sigma}{dt}$$

(b) عبارة السرعة الحجمية

نعلم ان :



$$v_{vol}(t) = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt} \quad (3)$$

-بتعويض (2) في (3) نجد :

$$v_{vol}(t) = \frac{1}{V} \cdot \frac{d\left(\frac{V \cdot (\sigma - \sigma_0)}{\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+}}\right)}{dt} \rightarrow v_{vol}(t) = \frac{1}{V} \cdot \frac{V}{(\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+})} \cdot \frac{d\sigma}{dt}$$

$$v_{vol}(t) = \frac{1}{(\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+})} \cdot \frac{d\sigma}{dt}$$

(c) عبارة زمن نصف التفاعل

نعلم ان :

$$\sigma = \left(\frac{\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+}}{V}\right) \cdot x + \sigma_0$$

ومنه :

$$\sigma_f = \left(\frac{\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+}}{V}\right) \cdot x_{max} + \sigma_0 \rightarrow x_{max} = \frac{V \cdot (\sigma_f - \sigma_0)}{(\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+})}$$

ايضا :

$$\sigma(t_{1/2}) = \left(\frac{\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+}}{V}\right) \cdot x(t_{1/2}) + \sigma_0 \rightarrow \sigma(t_{1/2}) = \left(\frac{\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+}}{V}\right) \cdot \frac{x_{max}}{2} + \sigma_0$$

$$\sigma(t_{1/2}) = \frac{(\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+})}{V} \cdot \frac{V \cdot (\sigma_f - \sigma_0)}{2 \cdot (\lambda_{Zn^{2+}} - 2\lambda_{H_3O^+})} + \sigma_0$$

اذن :



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

لحظة تأمل تحفيزية

❖ في قواميس الناجحين :

هاء { الهزيمة } تنطق { عينا } ، فكن منهم أيها التلميذ {ة} الشريف {ة} ،
« كُنْ ذا عزيمة لتحقيق ذلك الطموح » ،

حل التمرين 08 :

1. حساب كميات المادة الابتدائية للمتفاعلات

$$n_0(H_2C_2O_4) = C_1 V_1 = 0,6 \times 50 \times 10^{-3} \Rightarrow n_0(H_2C_2O_4) = 3 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_0(Cr_2O_7^{2-}) = C_2 V_2 = 0,02 \times 50 \times 10^{-3} \Rightarrow n_0(Cr_2O_7^{2-}) = 10^{-3} \text{ mol}$$

2. هل المزيج ستوكيومتري

حتى يكون المزيج ستوكيومتري يجب :

$$\frac{n_0(H_2C_2O_4)}{3} = \frac{n_0(Cr_2O_7^{2-})}{1}$$

$$\frac{n_0(H_2C_2O_4)}{3} = \frac{3 \times 10^{-2}}{3} = 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\frac{n_0(Cr_2O_7^{2-})}{1} = \frac{10^{-3}}{1} = 10^{-3} \text{ mol}$$

ومنه للمزيج غير ستوكيومتري

3. إنجز جدول تقدم التفاعل ثم إستنتج التقدم الأعظمي x_{\max}

المعادلة	$3H_2C_2O_4 + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ = 6CO_2 + 2Cr^{3+} + 7H_2O$					
الحالة الابتدائية	3×10^{-3}	10^{-3}	زيادة	0	0	زيادة
الحالة الإنتقالية	$3 \times 10^{-3} - 3x$	$10^{-3} - x$	زيادة	$6x$	$2x$	زيادة
الحالة النهائية	$3 \times 10^{-3} - 3x_{\max}$	$10^{-3} - x_{\max}$	زيادة	$6x_{\max}$	$2x_{\max}$	زيادة

إستنتاج التقدم الأعظمي x_{\max}

$$\begin{cases} 10^{-3} - x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = 10^{-3} \\ 3 \times 10^{-3} - 3x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = 10^{-3} \end{cases} \Rightarrow x_{\max} = 10^{-3} \text{ mol}$$

4. العلاقة التي تربط بين الإفراد الكيميائية بدلالة التقدم x ؟

$$n(H_2C_2O_4) = n_0(H_2C_2O_4) - 3x, \quad n(Cr^{3+}) = 2x$$

$$n(Cr_2O_7^{2-}) = n_0(Cr_2O_7^{2-}) - x, \quad n(CO_2) = 6x$$

5. بيان ان العلاقة : $[H_2C_2O_4] = \frac{C_1}{2} - \frac{V_{CO_2}}{2V_T V_M}$

$$[H_2C_2O_4] = \frac{C_1 - [CO_2]}{2} = \frac{C_1}{2} - \frac{1}{2} \frac{n(CO_2)}{V_T} \Rightarrow [H_2C_2O_4] = \frac{C_1}{2} - \frac{1}{2} \frac{V_{CO_2}}{V_T V_M} \quad [H_2C_2O_4] = \frac{C_1}{2} - \frac{V_{CO_2}}{2V_T V_M}$$

6. بيان أن : $[H_2C_2O_4] = \frac{C_1}{2} - \frac{3}{2} [Cr^{3+}]$ (1)

$$n(H_2C_2O_4) = C_1 V_1 - 3x \Rightarrow [H_2C_2O_4] V_T = C_1 V_1 - 3x \dots (1)$$

$$n(Cr^{3+}) = 2x \Rightarrow [Cr^{3+}]V_T = 2x \Rightarrow x = \frac{[Cr^{3+}]V_T}{2} \dots\dots\dots(2)$$

$$[H_2C_2O_4]V_T = C_1V_1 - \frac{3}{2}[Cr^{3+}]V_T \Rightarrow [H_2C_2O_4] = C_1 \frac{V_1}{V_T} - \frac{3}{2}[Cr^{3+}]$$

$$V_1 = V_2, V_T = V_1 + V_2 \Rightarrow V_T = 2V_1 = 2V_2$$

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

$$7. \text{بيان أن: } [Cr^{3+}] = C_2 - 2[Cr_2O_7^{2-}]$$

$$n(Cr_2O_7^{2-}) = C_2V_2 - x \Rightarrow [Cr_2O_7^{2-}]V_T = C_2V_2 - x \dots\dots\dots(1)$$

$$n(Cr^{3+}) = 2x \Rightarrow [Cr^{3+}]V_T = 2x \Rightarrow x = \frac{[Cr^{3+}]V_T}{2} \dots\dots\dots(2)$$

$$V_1 = V_2, V_T = V_1 + V_2 \Rightarrow V_T = 2V_1 = 2V_2$$

$$[Cr_2O_7^{2-}]V_T = C_2V_2 - \frac{[Cr^{3+}]V_T}{2} \Rightarrow [Cr_2O_7^{2-}] = C_2 \frac{V_2}{V_T} - \frac{[Cr^{3+}]}{2}$$

$$[Cr_2O_7^{2-}] = \frac{C_2}{2} - \frac{[Cr^{3+}]}{2} \Rightarrow [Cr_2O_7^{2-}] = \frac{C_2 - [Cr^{3+}]}{2} \Rightarrow 2[Cr_2O_7^{2-}] = C_2 - [Cr^{3+}]$$

$$[Cr^{3+}] = C_2 - 2[Cr_2O_7^{2-}]$$

$$9. \text{بيان أن السرعة الحجمية لتشكيل } Cr^{3+} \text{ تعطى بالعلاقة التالية } v_{vol}(Cr^{3+}) = \frac{d[Cr^{3+}]}{dt}$$

$$v_{vol}(Cr^{3+}) = \frac{1}{V_T} \frac{dn(Cr^{3+})}{dt} = \frac{V_T}{V_T} \frac{d[Cr^{3+}]}{dt} \Rightarrow v_{vol}(Cr^{3+}) = \frac{d[Cr^{3+}]}{dt}$$

حساب قيمتها عند اللحظة $t = 60s$

$$v_{vol}(Cr^{3+}) = \frac{d[Cr^{3+}]}{dt} \Rightarrow v_{vol}(Cr^{3+}) = \frac{(20-0)10^{-3}}{(70-0)} \Rightarrow v_{vol}(Cr^{3+}) = 2,85 \times 10^{-4} \left(\frac{mol}{L.s} \right)$$

$$10. \text{بيان أن السرعة الحجمية لإختفاء } H_2C_2O_4 \text{ تعطى بالعلاقة التالية } v_{vol}(H_2C_2O_4) = \frac{2}{3} v_{vol}(Cr^{3+})$$

حساب قيمتها عند $t = 0$

$$v_{vol}(H_2C_2O_4) = -\frac{1}{V_T} \frac{dn(H_2C_2O_4)}{dt}, \quad n(H_2C_2O_4) = [H_2C_2O_4]V_T \Rightarrow \frac{dn(H_2C_2O_4)}{dt} = V_T \frac{d[H_2C_2O_4]}{dt}$$

$$v_{vol}(H_2C_2O_4) = -\frac{d[H_2C_2O_4]}{dt}$$

$$[H_2C_2O_4] = \frac{C_1}{2} - \frac{3}{2}[Cr^{3+}] \Rightarrow \frac{d[H_2C_2O_4]}{dt} = -\frac{3}{2} \frac{d[Cr^{3+}]}{dt} \Rightarrow v_{vol}(H_2C_2O_4) = \frac{2}{3} v_{vol}(Cr^{3+})$$

$$v_{vol}(H_2C_2O_4) = \frac{2}{3} v_{vol}(Cr^{3+}) = \frac{2}{3} \times 2,85 \times 10^{-4} \Rightarrow v_{vol}(H_2C_2O_4) = 1,9 \times 10^{-4} \left(\frac{mol}{L.s} \right)$$

$$11. \text{بيان أن السرعة الحجمية لإختفاء } Cr_2O_7^{2-} \text{ تعطى بالعلاقة التالية } v_{vol}(Cr_2O_7^{2-}) = \frac{1}{2} v_{vol}(Cr^{3+})$$

حساب قيمتها عند $t = 0$

$$v_{vol}(Cr_2O_7^{2-}) = -\frac{1}{V_T} \frac{dn(Cr_2O_7^{2-})}{dt} \dots\dots\dots n(Cr_2O_7^{2-}) = [H_2C_2O_4] V_T \Rightarrow \frac{dn(Cr_2O_7^{2-})}{dt} = V_T \frac{d[Cr_2O_7^{2-}]}{dt}$$

$$v_{vol}(Cr_2O_7^{2-}) = -\frac{d[Cr_2O_7^{2-}]}{dt}$$

$$[Cr^{3+}] = C_2 - 2[Cr_2O_7^{2-}] \Rightarrow \frac{d[Cr^{3+}]}{dt} = -2 \frac{d[Cr_2O_7^{2-}]}{dt} \Rightarrow v_{vol}(Cr_2O_7^{2-}) = \frac{1}{2} v_{vol}(Cr^{3+})$$

$$v_{vol}(Cr_2O_7^{2-}) = \frac{1}{2} v_{vol}(Cr^{3+}) = \frac{1}{2} \times 2,85 \times 10^{-4} \Rightarrow v_{vol}(Cr_2O_7^{2-}) = 1,42 \times 10^{-4} \left(\frac{mol}{L.s} \right)$$

12. حساب التركيز النهائي $[Cr^{3+}]_f$

$$n(Cr^{3+})_f = 2x_{max} \Rightarrow [Cr^{3+}]_f \times V_T = 2x_{max} \Rightarrow [Cr^{3+}]_f = \frac{2x_{max}}{V_T} = \frac{2 \times 10^{-3}}{(50+50) \times 10^{-3}} \Rightarrow [Cr^{3+}]_f = 20 mmol / l$$

ينتهي التفاعل عند اللحظة $t = 200s$ لأن $[Cr^{3+}]_f = [Cr^{3+}]_{t=200s}$

إستنتاج قيمة زمن نصف العمر $t_{1/2}$:

$$[Cr^{3+}] = \frac{2x}{V_T} \Rightarrow [Cr^{3+}]_{t_{1/2}} = \frac{2 \frac{x_{max}}{2}}{V_T} \Rightarrow [Cr^{3+}]_{t_{1/2}} = \frac{[Cr^{3+}]_f}{2} = \frac{20}{2} \Rightarrow [Cr^{3+}]_{t_{1/2}} = 10 mmol / l$$

وبالإسقاط على محور الفواصل نجد : $t_{1/2} = 50s$

حل التمرين 09 :

1- جميع العينات تحتوي على نفس كمية المادة لكل متفاعل وهي 1/10 الكمية الأصلية .

2- يمكن وفي كل لحظة أخذ عينة من الوسط التفاعلي حجمها 10mL لمعايرتها .

3- ج

$$\frac{n_{I_2}(t)}{1} = \frac{n_{S_2O_8^{2-}}(t)}{2}$$

$$n_{I_2}(t) = \frac{C \cdot V_E}{2}$$

t(s)	0	60	160	270	360	510	720	900	1080	1440	1800
V _E (mL)	0	2.2	4.8	6.5	7.5	9.0	10.5	11.5	12.5	13.5	14.0
n _{I₂} (t) (mmol)	0	0.044	0.096	0.13	0.15	0.18	0.21	0.23	0.25	0.27	0.28

بـ جدول التقدم :

معادلة التفاعل		$2I^-(aq) + H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) = I_2(aq) + 2H_2O(l)$				
الحالة	التقدم	كميات للمادة (mol)				
الإبتدائية	x=0	n _{I⁻} (0)	n _{H₂O₂} (0)	n _{H⁺} (0)		بوفرة
الانتقالية	x	n _{I⁻} (0) - 2x(t)	n _{H₂O₂} (0) - x(t)	n _{H⁺} (0) - 2x(t)	x(t)	بوفرة
النهائية	x _f	n _{I⁻} (0) - 2x _f	n _{H₂O₂} (0) - x _f	n _{H⁺} (0) - 2x _f	x _f	بوفرة

- العبارة : من جدول التقدم نجد

$$x(t) = n_{I_2}(t)$$

- تركيب الجملة الكيميائية عند t=360s :

من جدول التقدم نجد :

$$\begin{aligned} n_{I^-}(t) &= n_{I^-}(0) - 2x(t) & n_{I^-}(t) &= n_{I^-}(0) - 2n_{I_2}(t) \\ n_{H_2O_2}(t) &= n_{H_2O_2}(0) - x & n_{H_2O_2}(t) &= n_{H_2O_2}(0) - n_{I_2}(t) \\ n_{H^+}(t) &= n_{H^+}(0) - 2x & n_{H^+}(t) &= n_{H^+}(0) - 2n_{I_2}(t) \end{aligned}$$

$$n_{I_2}(360) = 0.15 \text{ mmol}$$

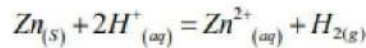
عند t=360s يكون

بالتعويض

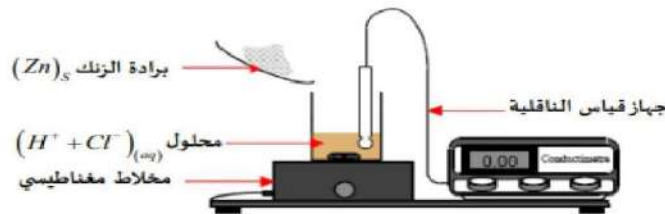
$$\begin{aligned} n_{I^-}(t) &= n_{I^-}(0) - 2n_{I_2}(t) = \frac{0.20 \times 50 \times 10^{-3}}{10} - 2 \times 0.15 \times 10^{-3} = 0.70 \times 10^{-3} \text{ mol} = 0.70 \text{ mmol} \\ n_{H_2O_2}(t) &= n_{H_2O_2}(0) - n_{I_2}(t) = \frac{0.056 \times 50 \times 10^{-3}}{10} - 0.15 \times 10^{-3} = 0.13 \times 10^{-3} \text{ mol} = 0.13 \text{ mmol} \\ n_{H^+}(t) &= n_{H^+}(0) - 2n_{I_2}(t) = \frac{2 \times 3 \times 1 \times 10^{-3}}{10} - 2 \times 0.15 \times 10^{-3} = 0.30 \times 10^{-3} \text{ mol} = 0.30 \text{ mmol} \end{aligned}$$

حل التمرين 10:

iii. يتفاعل حمض كلور الهيدروجين $(H^+ + Cl^-)_{aq}$ مع معدن الزنك Zn_s وفق تحول تام ينمذج وفق المعادلة الآتية:



في اللحظة $t = 0$ s نضع كتلة $m = 1$ g من الزنك ونضيف لها $V = 40$ mL من محلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي $C = 0.5$ mol / L.



3) انجز جدول التقدم لتفاعل الحادث

$$n(Zn) = \frac{m}{M} = \frac{1}{65,4} = 1,53 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

كمية مادة الزنك :

$$n(HCl) = C \cdot V = 0,5 \cdot 0,04 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

كمية مادة حمض كلور الماء :

معادلة التفاعل		$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} = Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$			
حالة التفاعل	تقدم التفاعل	كميات المادة بوحدة المول			
الابتدائية	0	$1,53 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	0	0
الانتقالية	x	$1,53 \cdot 10^{-2} - x$	$2 \cdot 10^{-2} - 2x$	x	x
النهائية	x_f	$1,53 \cdot 10^{-2} - x_f$	$2 \cdot 10^{-2} - 2x_f$	x_f	x_f

4) استنتج التقدم الاعظمي والمتفاعل المحد.

$$\begin{cases} 1,53 \cdot 10^{-2} - x_f = 0 \\ 2 \cdot 10^{-2} - 2x_f = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x_f = 1,53 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \\ x_f = 1 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \end{cases}$$

من الحالة النهائية وبما أن التفاعل تام:

$$\text{ومنه } x_m = 1 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \text{ المتفاعل المحد هو شوارد الهيدروجين}$$

iv. لمتابعة تطور التفاعل الكيميائي الحادث نقيس الناقلية النوعية للمزيج باستعمال البروتكول التجريبي الموضح والذي يمكننا من الحصول على النتائج المتحصل عليها في الجدول التالي :

$t(s)$	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
$\sigma(S / m)$	21,5	17,5	14,25	12	10,5	9,1	8,2	7,5	7,25	7
$x (mmol)$	0	2,58	4,67	6,13	7,1	8	8,6	9,03	9,2	9,35

5) لماذا يمكننا متابعة هذا التحول الكيميائي بطريقة قياس الناقلية؟ لوجود شوارد في المحلول .

6) لماذا تتناقص الناقلية النوعية مع مرور الزمن .

لأن الناقلية النوعية للمولية لشوارد الهيدروجين للمختفية اكبر من الناقلية النوعية للمولية لشوارد الزنك الناتجة .

7) بين ان عبارة الناقلية النوعية للمزيج تعطى $\sigma(t) = 21,5 - 1550 \cdot x(t)$ بالعلاقة التالية :

حيث تعطى لك : اكتب المعادلة هنا .

$$M(Zn) = 65,4 \text{ g/mol}, \lambda(Zn^{2+}) = 9 \text{ ms.m}^2/\text{mol}, \lambda(H^+) = 35,5 \text{ ms.m}^2/\text{mol}, \lambda(Cl^-) = 7,5 \text{ ms.m}^2/\text{mol}$$

$$\sigma(t) = \lambda(Zn^{2+}) \cdot [Zn^{2+}] + \lambda(H^+) \cdot [H^+] + \lambda(Cl^-) \cdot [Cl^-] \quad \text{لدينا}$$

حيث بالاعتماد على جدول التقدم نستخرج تراكيز جميع الشوارد بدلالة التقدم كما يلي

$$[H^+] = \frac{n(H^+)}{V} = \frac{2 \cdot 10^{-2} - 2x_f}{0,04} = 0,5 - 50x(t) \text{ (mol/l)}$$

$$[Cl^-] = \frac{n(Cl^-)}{V} = \frac{CV}{V} = C = 0,5 \text{ (mol/l)}$$

$$[Zn^{2+}] = \frac{n(Zn^{2+})}{V} = \frac{x_f}{0,04} = 25x(t) \text{ (mol/l)}$$

ملاحظة: قبل تعويض عبارة تراكيز الشوارد في علاقة الناقلية وحسب التحويل من (mol/l) إلى (mol/m³) لتتناسف الوحدات

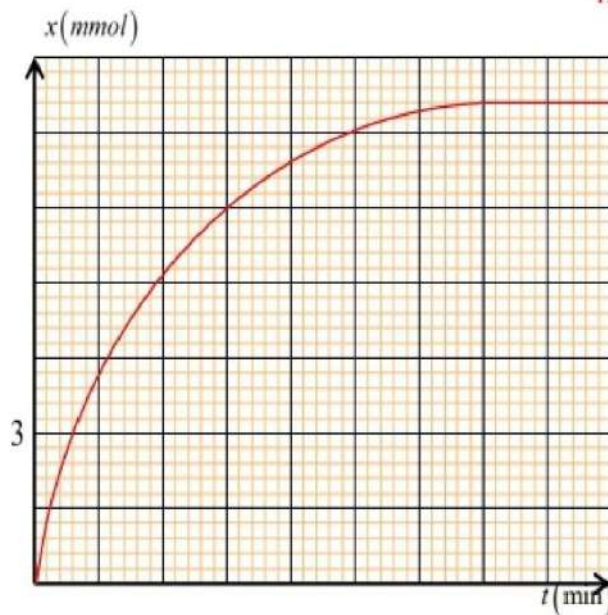
$$\sigma(t) = \lambda(Zn^{2+}) \cdot 25x(t) \cdot 10^{+3} + \lambda(H^+) \cdot (0,5 - 50x(t)) \cdot 10^{+3} + \lambda(Cl^-) \cdot 0,5 \cdot 10^{+3}$$

$$\sigma(t) = 9 \cdot 10^{-3} \cdot 25x(t) \cdot 10^{+3} + 35,5 \cdot 10^{-3} \cdot (0,5 - 50x(t)) \cdot 10^{+3} + 7,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot 10^{+3}$$

$$\sigma(t) = 21,5 - 1550 \cdot x(t)$$

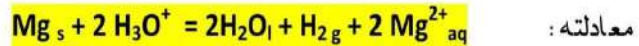
8) اكمل الجدول ثم لرسم البيان $X = f(t)$.

$$x(t) = \frac{21,5 - \sigma(t)}{1550} \quad \text{من العلاقة السابقة نجد أن:}$$



حل التمرين 11 :

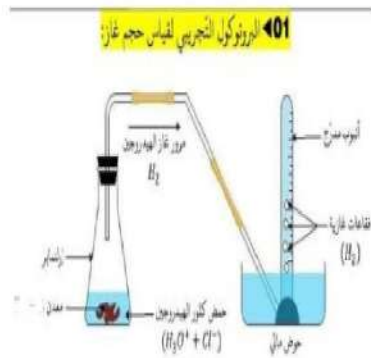
ننمذج التحول الكيميائي الحاصل بين المغنيزيوم Mg ومحلول حمض كلور الهيدروجين يتفاعل أكسدة - لرجاع



ندخل كتلة من معدن المغنيزيوم $m = 1 \text{ g}$ في كأس به محلول من حمض كلور الهيدروجين حجمه $V = 60 \text{ mL}$ وتركيزه المولي $C = 5 \text{ mol / L}$ فنلاحظ انطلاق غاز ثنائي الهيدروجين وتزايد حجمه تدريجيا حتى اختفاء كتلة المغنيزيوم كليا، نجمع غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق ونقيس حجمه كل دقيقة فنحصل على النتائج للدونة في الجدول :

T (mn)	0	1	2	3	4	5	6	7
V _{H₂} (mL)	0	336	625	810	910	970	985	985
X (mol)	0	14	26	33,7	37,9	40.4	41	41

6) انشأ جدول تقدم التفاعل .



$$N_0 = \frac{m}{M} = \frac{1}{24.3} = 0.041 \text{ mol}$$

$$n_{(H_3O^+)} = C \cdot V = 0.3 \text{ mol}$$

معادلة التفاعل		$\text{Mg}_{(s)} + 2 \text{H}_3\text{O}^+ = 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{H}_{2(g)} + 2 \text{Mg}^{2+}_{(aq)}$					
حالة التفاعل	تقدم التفاعل	كميات المادة بوحدة المول					
الابتدائية	0	0.041	0.3	0	0	0	
الانتقالية	x	0.041 - x	0.3 - 2x	2x	x	2x	
النهائية	x _f	0.041 - x _f	0.3 - 2x _f	2x _f	x _f	2x _f	

7) اكمل جدول القياسات بحيث x يمثل تقدم التفاعل .

لدينا : $x = \frac{Vg}{V_m} = n$ من جدول التقدم $n_{H_2} = x$ قبل الحساب يجب تحول الحجم الى L

8) رسم المنحنى البياني $X = f(t)$ بسلم مناسب .

9) عين التقدم النهائي X_f للتفاعل الكيميائي وحدد متفاعل المحد .

عند نهاية التفاعل نفرض ان للتفاعلات تنتهي كليا .

$$X_f = 0.041 \quad 0.041 - x_f = 0 \quad \text{ومنه } X_f = 0.041 \text{ اذن للتفاعل المحد هو Mg .}$$

$$X_f = 0.15 \quad 0.3 - 2X_f = 0$$

10) احسب تركيز شوارد الهيدرونيوم H₃O⁺ في الوسط التفاعلي عند انتهاء التحول الكيميائي .

$$\text{نعلم ان : } [H_3O^+] = \frac{n_f}{V_t}$$

$$\text{من جدول التقدم لدينا } n_f = 0.3 - 2X_f \quad \text{ومنه } [H_3O^+] = \frac{0.3 - 2X_f}{V_t} = 3.63$$

$$\text{mol / L}$$

المعطيات :

$$M(\text{Mg}) = 24.3 \text{ g/mol}$$

$$V_m = 24 \text{ L/mol}$$

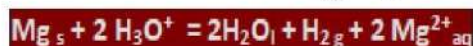


حل التمرين 12:

عند اللحظة $t = 0$ s وفي درجة حرارة ثابتة T نضع بسرعة حجم $V = 75$ mL من محلول حمض الكبريت ذي تركيز $C = 0.4$ mol/L على كتلة $m = 0.185$ g مسحوق المغنيزيوم Mg (الشكل 01).
الضغط المقاس في هذه اللحظة بجهاز قياس الضغط هو $P_0 = 1.02 \cdot 10^5$ pa.
ان تشكل ثنائي الهيدروجين يسبب زيادة في الضغط الذي يجمع مع الضغط الجوي الموجود في البداية. فيم الضغط المقاس في لحظات مختلفة مدونة في الجدول التالي:

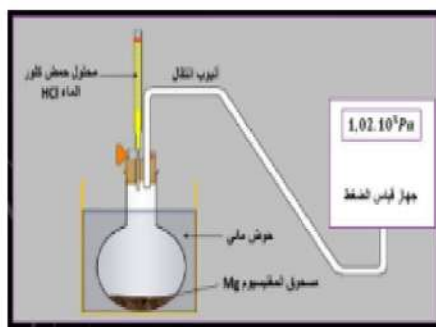
t (mn)	0	9	25	50	80	140	190	240	300
P (pa) 10^2	1020	1120	1259	1452	1608	1744	1757	1757	1757
X (mmol)	0	1.03	2,46	4,45	6.06	7,46	7.6	7.6	7.6

تعطى معادلة التفاعل بتحول تام بالشكل التالي:



المطلوب:

1) انجز جدول التقدم التفاعل.



معادلة التفاعل		$Mg_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} = Mg^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$				
حالة التفاعل	تقدم التفاعل	كميات الأفراد الكيميائية بوحدة mol				
الحالة الابتدائية	$X(t) = 0$	n_1	n_2	0	0	بوفرة
الحالة الانتقالية	$X(t) = X_t$	$n_1 - X_t$	$n_2 - 2X_t$	X_t	X_t	بوفرة
الحالة النهائية	$X(t) = X_{max}$	$n_1 - X_{max}$	$n_2 - 2X_{max}$	X_{max}	X_{max}	بوفرة

2) احسب التقدم الاعظمي، ثم استنتج التفاعل المحد.

من جدول التقدم في الحالة النهائية (نفرض ان تفاعلات تنتهي كلياً)

$$\begin{aligned} N_{f(Mg)} = n_1 - X_{max} = 0 & \quad X_{max} = n_1 & \quad X_{max} = m/M = 0.0076 \text{ mol} \\ N_{f(H_3O^+)} = n_2 - 2X_{max} = 0 & \quad X_{max} = n_2 / 2 & \quad X_{max} = C.V / 2 = 0.015 \text{ mol} \end{aligned}$$

اذن $X_{max} = 0.0076$ ومنه للتفاعل المحد هو معدن المغنيزيوم Mg

3) نعتبر غاز الهيدروجين المنطلق من التفاعل هو غاز مثالي.

اذا كان V_g هو حجم غاز ثنائي الهيدروجين بالدورق وكان P_0 الضغط عند اللحظة $t = 0$ s و P عند لحظة t .

فإن الضغط غاز H_2 يعطى في كل لحظة بالعلاقة: $P_{H_2} = P_t - P_0$

ماهي العلاقة التي تربط كمية المادة H_2 بالمقادير التالية: P_0 , P_t , V_g , R , T ثم استنتج العلاقة التي تربط التقدم $X(t)$ مع المقادير السابقة.

لدينا: 01 $P_{H_2} = P_t - P_0$ وبما ان غاز الهيدروجين غاز مثالي:

$$P.V = n.R.T \quad P = \frac{n.R.T}{V} \quad P_{H_2} = \frac{n(H_2).R.T}{V} \quad \text{..... 02}$$

من علاقة 1 و 2 نجد ان: $P_t - P_0 = n_{H_2} . R . T / V$

$$n_{H_2} = \frac{(P_t - P_0) \cdot V}{R \cdot T}$$

ولدينا من الحالة الانتقالية في جدول تقدم :

$$n_{H_2} = X(t)$$

اذن :

$$x(t) = \frac{(P_t - P_0) \cdot V}{R \cdot T}$$

4) نرمز الى الضغط المقاس في الحالة النهائية P_{max} .

- اكتب العلاقة التي تعطي التقدم X_{max} بدلالة P_0 , P_{max} , V_g , R , T

- استنتج العلاقة التي تعطي التقدم : $X(t) = X_{max} \left(\frac{P_t - P_0}{P_{max} - P_0} \right)$

$$x(t) = \frac{(P_t - P_0) \cdot V}{R \cdot T}$$

لدينا سابقا 01

من الحالة النهائية لجدول التقدم : $X(t) = X_{max}$

$$x_{max} = \frac{(P_{max} - P_0) \cdot V}{R \cdot T}$$

اذن : 02

استنتاج العلاقة التي تعطي التقدم :

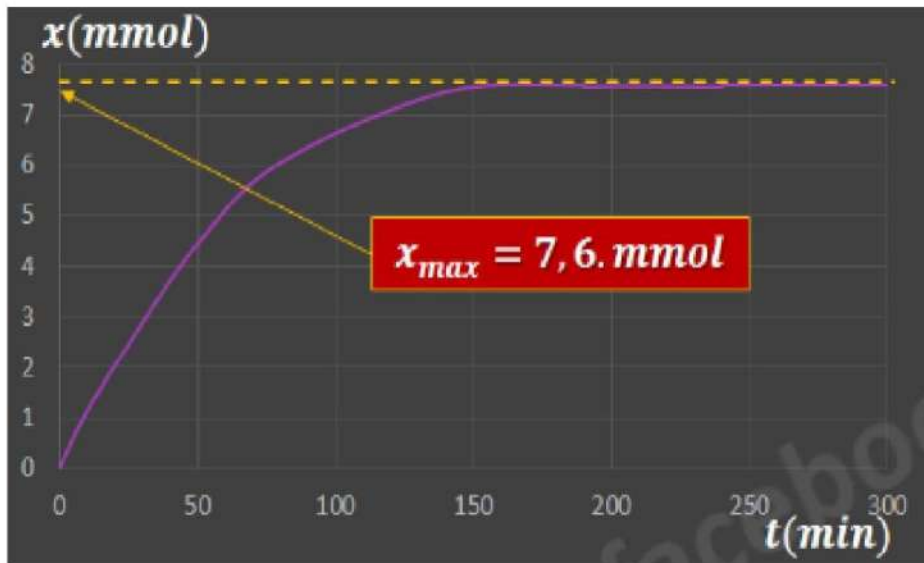
$$x(t) = x_{max} \left(\frac{P_t - P_0}{P_{max} - P_0} \right)$$

بقسمة العلاقة 1 على 2 نجد : 3

5) اكمل الجدول السابق .

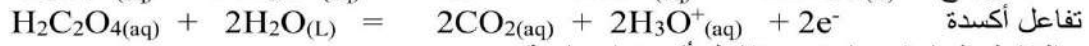
باستخدام العلاقة رقم 03 السابقة

6) لرسم المنحنى الذي يمثل تطور التقدم التفاضل $X(t)$ بدلالة الزمن t .



حل التمرين 13:

1 / أ - من خلال المعادلات النصفية :



إذن : التفاعل الحادث عبارة عن تفاعل أكسدة-إرجاعية .

ب - حساب كميات المادة الابتدائية : $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]_0 = C_1 = \frac{n_1}{V_1} \Rightarrow n_1 = 8.10^{-4} \text{ mol}$

$[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]_0 = C_2 = \frac{n_2}{V_2} \Rightarrow n_2 = 3.10^{-3} \text{ mol}$

ج - جدول التقدم :

المعادلة		$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq}) + 8\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) = 2\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 6\text{CO}_2(\text{aq}) + 15\text{H}_2\text{O}(\text{L})$					
الحالة	التقدم	كمية المادة (mol)					
ابتدائية	$x=0$	n_1	n_2	زيادة	0	0	زيادة
انتقالية	x	$n_1 - x$	$n_2 - 3x$		$2x$	$6x$	
نهائية	x_f	$n_1 - x_f$	$n_2 - 3x_f$		$2x_f$	$6x_f$	

* ليكن المتفاعل المحد هو :

$n_1 - x = 0 \quad x = n_1 = 8.10^{-4} \text{ mol} : \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

$n_2 - 3x = 0 \quad x = \frac{n_2}{3} = 10^{-3} \text{ mol} : \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$

** إذن المتفاعل المحد هو $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ و التقدم الأعظمي : $x_{\text{max}} = 8.10^{-4} \text{ mol}$

2 / أ / من جدول التقدم : $n(\text{Cr}^{3+}) = 2x$ ، ومنه : $[\text{Cr}^{3+}] = \frac{n(\text{Cr}^{3+})}{V} = \frac{2x}{V} \Rightarrow x = \frac{V[\text{Cr}^{3+}]}{2}$

ب / عبارة سرعة التفاعل : $v = \frac{dx}{dt} = \frac{V}{2} \cdot \frac{d[\text{Cr}^{3+}]}{dt}$

ج / نحسب ميل المماس المعطى في الوثيقة (1) فنجد :

$$\text{tng}\alpha = \frac{\Delta[\text{Cr}^{3+}]}{\Delta t} = \frac{[\text{Cr}^{3+}]_a - [\text{Cr}^{3+}]_b}{t_a - t_b}$$

$$\text{tng}\alpha = \frac{(7-13,3) \cdot 10^{-3}}{20-80} = 0,105 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

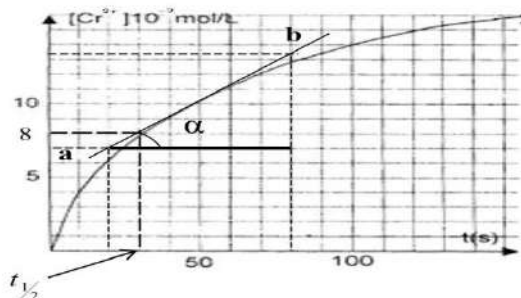
$$v = \frac{10^2 \cdot 10^{-3}}{2} \cdot 0,105 \cdot 10^{-3} = 5,25 \cdot 10^{-6} \text{ mol / s}$$

3 / من البيان يظهر أن التفاعل انتهى. $[\text{Cr}^{3+}]_f = \frac{2x_f}{V} = \frac{2x_{\text{max}}}{V_{\text{tot}}} = \frac{2 \cdot 8.10^{-4}}{10^2 \cdot 10^{-3}} = 16.10^{-3} \text{ mol / L}$

4 / زمن نصف التفاعل : هو الزمن اللازم لبلوغ التقدم إلى نصف قيمته النهائية أي : $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$

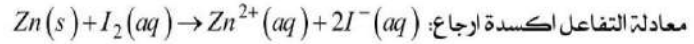
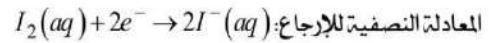
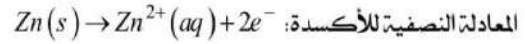
$$[\text{Cr}^{3+}](t_{1/2}) = \frac{1}{2} \cdot \frac{2x_f}{V} = \frac{1}{2} [\text{Cr}^{3+}]_f = 8.10^{-3} \text{ mol / L}$$

نعين هذه القيمة على البيان و نحدد قيمة الزمن الموافقة لها هي $t_{1/2} = 32 \text{ s}$



حل التمرين 14:

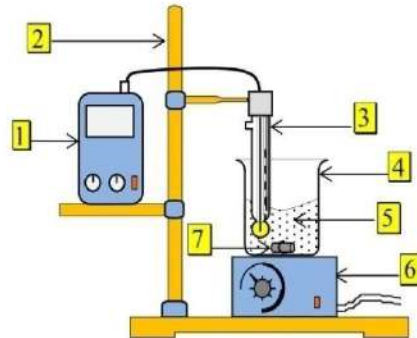
1- أكتب معادلة التفاعل الممنّجة للتحويل الكيميائي الحادث.



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

سبب تزايدها: تزايد تركيز الشوارد (I^-) و (Zn^{2+}) 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}	$2x_{\max}$

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

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

نفرض أن I_2 هو المتفاعل المحد: $n_{02} - x_{\max} = 0$ ومنه: $x_{\max} = CV$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

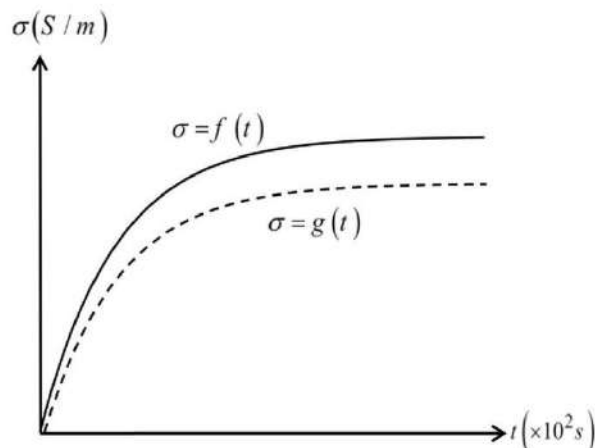
عند اللحظة : $t = 600s$

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.

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



حل التمرين 15:

1- كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات :

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

(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 :

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

(0,25)

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

(2x0,25)

ومنه المتفاعل المحد هو: HCO_3^- و التقدم الأعظمي

(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)

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

(3x0,25)

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

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

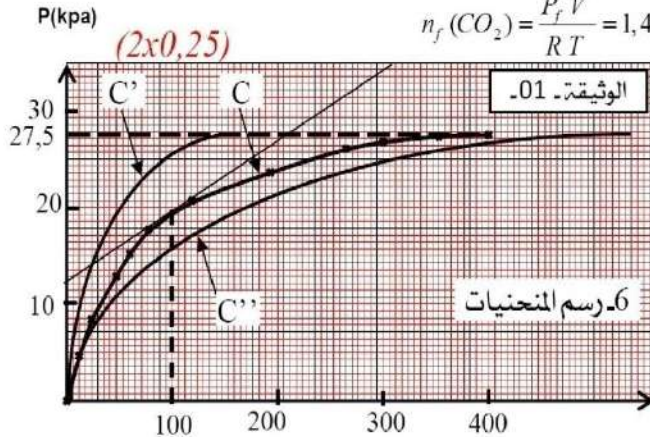
لحظة نهاية التفاعل.

5- عبارة سرعة التفاعل:

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

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

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



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

(2x0,25)

حل التمرين 16:

1- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$\text{Zn}_{(s)} + 2\text{H}^+_{(aq)} = \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + \text{H}_{2(g)}$		
ابتدائية	$x = 0$	$1,54 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	0
انتقالية	x	$1,54 \cdot 10^{-2} - x$	$2 \cdot 10^{-2} - 2x$	x
نهائية	x_{max}	$1,54 \cdot 10^{-2} - x_{\text{max}}$	$2 \cdot 10^{-2} - 2x_{\text{max}}$	x_{max}

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

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

العلاقة بين x و $V(H_2)$:
لدينا من جهة :

$$n(H_2) = \frac{V(H_2)}{V_M}$$

و من جهة أخرى من خلال جدول التقدم لدينا : $n(H_2) = x$ ومنه :

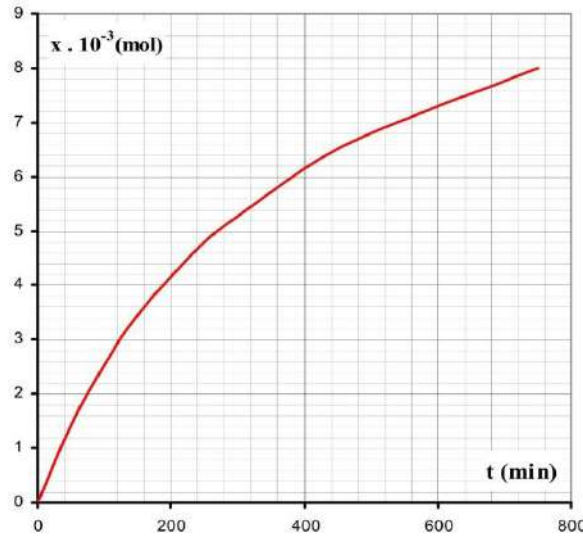
$$x = \frac{V(H_2)}{V_M}$$

2- إكمال الجدول :

نملاً الجدول اعتماداً على العلاقة الأخيرة : $x = \frac{V(H_2)}{V_M}$

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 متفاعل Zn محدود :

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

- بفرض أن H^+ متفاعل محدود :

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

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 : $t_{1/2} = 270 \text{ s}$

حل التمرين 17:

1 - نبرّد الجزء الذي نريد معايرته من أجل إيقاف التفاعل فيه (أي إيقاف تكوّن ثنائي اليود) ، وذلك للتمكن من معايرة فقط الكمية التي تكون موجودة في لحظة التبريد .

2 - النوع الكيميائي المرجع هو شاردة اليود I^-

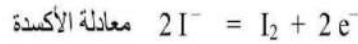
التعليل : رقم تأكسد عنصر اليود ارتفع من (-1) في I^- إلى (0) في I_2

- النوع الكيميائي المؤكسد هو شاردة البيروكسوثنائي كبريتات $S_2O_8^{2-}$.

التعليل : رقم تأكسد عنصر الكبريت في $S_2O_8^{2-}$ هو x حيث : $2x - 16 = -2$ ، ومنه : $x = 7$

رقم تأكسد عنصر الكبريت في SO_4^{2-} هو x' حيث : $x' - 8 = -2$ ، ومنه : $x' = 6$ (رقم التأكسد انخفض)

3 - المعادلتان النصفيتان الإلكترونيتان هما : $S_2O_8^{2-} + 2e^- = 2SO_4^{2-}$ معادلة الإرجاع



4 - كميات المادة الابتدائية للمتفاعلات :

$$n(S_2O_8^{2-}) = n(K_2S_2O_8) = C_1 V_1 = 1,5 \times 10^{-2} \times 0,5 = 7,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(I^-) = n(KI) = C_2 V_2 = 0,5 V_2$$

5 - جدول التّقدم

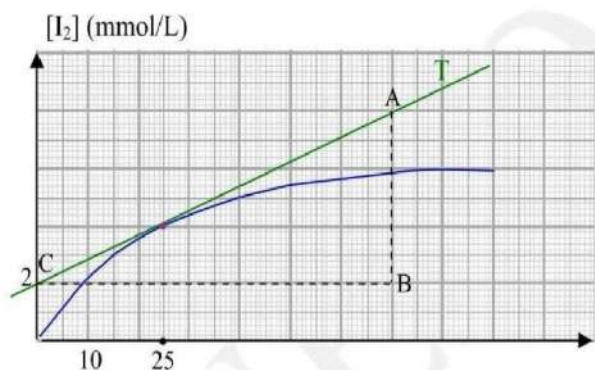
معادلة التفاعل	$2I^-_{(aq)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)} \rightarrow I_{2(aq)} + 2SO_4^{2-}_{(aq)}$				
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة (mol)			
الابتدائية	0	$n(I^-)$	$n(S_2O_8^{2-})$	0	0
الانتقالية	x	$n(I^-) - 2x$	$n(S_2O_8^{2-}) - x$	x	$2x$
النهائية	x_{\max}	$n(I^-) - 2x_{\max}$	$n(S_2O_8^{2-}) - x_{\max}$	x_{\max}	$2x_{\max}$

لكي نتأكد أن x يتغيّر بنفس الطريقة التي يتغيّر بها $[I_2]$ بدلالة الزمن ، نجد العلاقة بين x و $[I_2]$.

لدينا من جدول التّقدم : $n(I_2) = x$ ، ومنه : $[I_2] V = x$ ، حيث V هو حجم المزيج وقيمته 1L ، وبالتالي $[I_2] = x$

إنّ التقدم والتركيز المولي لثنائي اليود يتطوران بنفس الكيفية .

6 - نحسب ميل المماس T والذي يمثل السرعة الحجمية للتفاعل .



$$v = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} = \frac{d[I_2]}{dt} = \frac{2 \times 3 \times 10^{-3}}{7 \times 10} = 8,5 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}.\text{mn}^{-1}$$

7 - من البيان نستنتج التركيز المولي النهائي لثنائي اليود ،
وهو $[I_2] = 6 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ ، ومنه كمية مادة ثنائي اليود : $n(I_2) = [I_2] \cdot V = 6 \times 10^{-3} \times 1 = 6 \times 10^{-3} \text{ mol}$
لو كان المتفاعل المحد هو $S_2O_8^{2-}$ لكننا وجدنا كمية مادة ثنائي اليود $7,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ، أي عدد مولات $S_2O_8^{2-}$ التي حسبناها سابقا .
إن المتفاعل المحد هو شوارد اليود .

8 - زمن نصف التفاعل هو الزمن الموافق لنصف قيمة التقدّم النهائي (أو الأعظمي للتفاعلات التامة)

من البيان التقدّم الأعظمي $x_{\max} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ومنه $\frac{x_{\max}}{2} = 3 \times 10^{-3} \text{ mol}$. الزمن الموافق على البيان هو $t_{1/2} = 15 \text{ mn}$

9 - بما أن المتفاعل المحد هو شاردة اليود فإن $n(I^-) - 2x_{\max} = 0$ ، ومنه $n(I^-) = 2 \times 6 \times 10^{-3} = 1,2 \times 10^{-2} \text{ mol}$
ولدينا $n(I^-) = 0,5 C_2$ ، ومنه : $C_2 = 2,4 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

حل التمرين 18:

1.1 - حساب كميات المادة الابتدائية في المزيج :

* هيدروكسيد الصوديوم :

$$n_0 = C_0 \cdot V_0 = 1,00 \times 10^{-3} \times 200 \times 10^{-3} = 200 \times 10^{-6} \text{ mol} = 2,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

** إيثانوات الإيثيل :

$$n_1 = \frac{m}{M} = \frac{\rho \cdot V_1}{M} = \frac{0,90 \times 1,0}{88} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

2.1 - جدول تقدّم التفاعل :

معادلة التفاعل		$\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}) + \text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2(\ell) = \text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\ell) + \text{CH}_3\text{CO}_2^-(\text{aq}) + \text{Na}^+(\text{aq})$					
حالة الجملة	التقدّم (mol)	$n(\text{Na}^+)$	$n(\text{HO}^-)$	$n(\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2)$	$n(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})$	$n(\text{CH}_3\text{CO}_2^-)$	$n(\text{Na}^+)$
الابتدائية	0	n_0	n_0	n_1	0	0	n_0
الانتقالية	x	n_0	$n_0 - x$	$n_1 - x$	x	x	n_0
النهائية	x_{\max}	n_0	$n_0 - x_{\max}$	$n_1 - x_{\max}$	x_{\max}	x_{\max}	n_0

* إذا كان HO^- محدّاً فإنّ : $n_0 - x_{\max} = 0$ ، ومنه : $x_{\max} = n_0 = 2,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$

* إذا كان $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ محدّاً فإنّ : $n_1 - x_{\max} = 0$ ، ومنه : $x_{\max} = n_1 = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol}$

** إذن : $x_{\max} = 2,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$ والمتفاعل المحد هو : شوارد HO^- أي هيدروكسيد الصوديوم .

2.1 - عبارة σ للمزيج: $\sigma = \lambda_{Na^+} \cdot [Na^+] + \lambda_{CH_3CO_2^-} \cdot [CH_3CO_2^-] + \lambda_{HO^-} \cdot [HO^-]$

2.2 - عبارة σ_0 : لدينا $\sigma_0 = \lambda_{Na^+} \cdot [Na^+] + \lambda_{HO^-} \cdot [HO^-]$ حيث: $[Na^+]_0 = [HO^-]_0 = C_0$

ومنه: $\sigma_0 = (\lambda_{Na^+} + \lambda_{HO^-}) \cdot C_0$

3.2 - من جدول التقدم نجد: $[OH^-] = \frac{n_0 - x}{V} = C_0 - \frac{x}{V}$ ، $[CH_3CO_2^-] = \frac{x}{V}$ ، $[Na^+] = \frac{n_0}{V} = C_0$

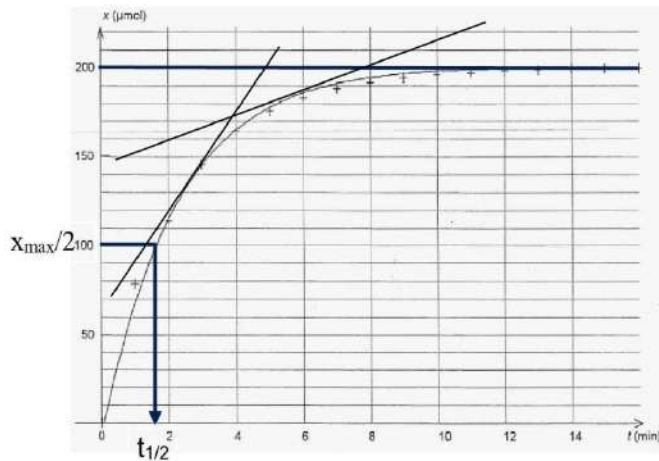
بالتعويض في عبارة σ نجد: $\sigma = \lambda_{Na^+} \cdot C_0 + \lambda_{HO^-} \cdot C_0 + \lambda_{CH_3CO_2^-} \cdot \frac{x}{V} - \lambda_{HO^-} \cdot \frac{x}{V}$

ومنه: $\sigma = \sigma_0 + \frac{x}{V} (\lambda_{CH_3CO_2^-} - \lambda_{HO^-})$

3.1 - تتناقص الناقلية النوعية للمحلول أثناء هذا التحول الكيميائي لأن ناقلية الشاردة الناتجة $CH_3CO_2^-$ أقل من ناقلية الشاردة المتفاعلة OH^- ، أما الشاردة Na^+ فهي لا تغير من ناقلية المحلول لأن كميتها ثابتة (لم تتفاعل).

2.3 - إكمال جدول القياسات ورسم المنحنى $x(t)$:

t(min)	0	2	4	6	8	10	12	14
$\sigma(mS.m^{-1})$	25	15,8	11,9	10,3	9,5	9,2	9,1	9,1
x(mmol)	0	0,114	0,165	0,184	0,192	0,196	0,200	0,200



3.3 - السرعة الحجمية للتفاعل تعرف بالعلاقة:

حيث: $v(t) = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt}$ ميل مماس المنحنى $x(t)$

هذه السرعة تتناقص بمرور الزمن لأن الميل يتناقص حتى ينعدم.

4.3 - من البيان:

$x(14 \text{ min}) = x_{\max}$ إذن التفاعل انتهى.

5.3 - زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ هو الزمن اللازم

لبلوغ التقدم نصف قيمته النهائية. ومنه:

$= \frac{x_f}{2} \quad x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2} = 0,100 \text{ mmol}$

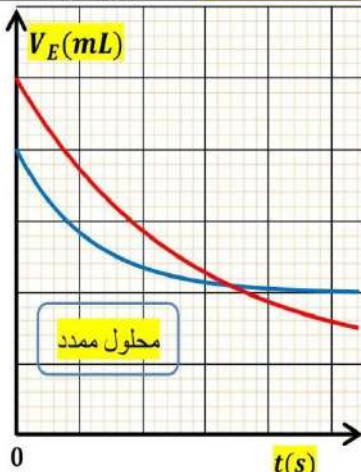
بالإسقاط نجد: $t_{1/2} = 1,7 \text{ min}$

6.3 - رفع درجة الحرارة يسرع التفاعل ، فتتقص قيمة $t_{1/2}$ ($t'_{1/2} < t_{1/2}$).

حل التمرين 19:

العلامة		عناصر الإجابة					
مجموع	مجزأة						
		التمرين (10) : (07 نقاط) :					
1	0,5	التركيب المستعمل هو : التركيب (b)			التركيب	1	
	0,5	1- إرنماير		البيانات			
		3- محلول حمض كلور الهيدروجين					
		2- مزيج تفاعلي (وسط)					
		4- جهاز (لاقط) قياس الضغط					
0,5	0,25	$Mg + 2H_3O^+ == Mg^{2+} + H_2 + 2H_2O$				جدول التقدم	2
		n_{01}	n_{02}	0	0		
		$n_t = n_{01} - x_t$	$n_t = n_{02} - 2x_t$	$n_t = x_t$	$n_t = x_t$		
		$n_f = n_{01} - x_f$	$n_f = n_{02} - 2x_f$	$n_f = x_f$	$n_f = x_f$		

حل التمرين 20 :

0,5	0,5	الحالة	$2H_2O_{2(aq)} = 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$			جدول التقدم	1
		الابتدائية	$n_0(H_2O_2)$	x	0		
		الانتقالية	$n_0(H_2O_2) - 2x$		x		
		النهائية	$n_0(H_2O_2) - 2x_{max}$		x_{max}		
1	0,25 0,25 0,25 0,25	$n_0(H_2O_2) = 2x$ $n(O_2) = x$ $n(H_2O_2) = 2n(O_2) \rightarrow C_0 \cdot V(H_2O_2) = 2 \frac{V(O_2)}{V_M}$ $C_0 = 2 \frac{V(O_2)}{V(H_2O_2) \cdot V_M}$ كمية مادة H_2O_2 المتفككة : كمية مادة O_2 الناتجة :				العلاقة	2
0,5	0,5	$C_0 = 2 \cdot \frac{10}{1 \times 22,4} = 0.893 \text{ mol/L.}$				التركيز C_0	3
0,5	0,25 0,25	اضافة الماء وقطع الجليد لا تؤثر على قيمة التكافؤ V_E لان كمية مادة الماء الأكسجيني لا تتغير (التكافؤ يتعلق بكمية المادة)				أ	4
0,5	0,5	لا يمكن اعتبار حمض الكبريت كوسيط في هذا التفاعل لأنه يشارك في التفاعل عند نقطة التكافؤ يكون المزيج ستيوكمي				ب	
0,5	0,25 0,25	$\frac{n_0(H_2O_2)}{3} = \frac{n_0(Cr_2O_7^{2-})}{1} \Rightarrow \frac{[H_2O_2] \cdot V_0}{3} = C \cdot V_E$ $[H_2O_2] = \frac{3 \cdot C \cdot V_E}{V_0}$				التركيز المولي $[H_2O_2]$	5
1,5	0,25 0,5 0,5 0,25	حساب $[H_2O_2]$: من البيان $V_{E0} = 25 \text{ ml}$ بالتعويض في العبارة السابقة نجد : $[H_2O_2] = \frac{3 \cdot C \cdot V_E}{V_0} = \frac{3 \times 0.1 \times 25 \times 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-3}} = 0.75 \text{ mol/l.}$ $[H_2O_2] = 0.75 \text{ mol/l} < C_0 = 0.893 \text{ mol/L.}$ اذن المحلول ليس حديث التحضير				هل هذا المحلول محضر حديثا	6
0,5	0,5	$V_E\left(t_{\frac{1}{2}}\right) = \frac{V_{E0}}{2} = \frac{25}{2} = 12.5 \text{ ml}$ $t_{1/2} \approx 250 \text{ s}$ من البيان بالاسقاط نجد				زمن نصف التفاعل	7
01	0,5 0,5	$v_{vol} = -\frac{1}{V} \cdot \frac{dn(H_2O_2)}{dt} = -\frac{d[H_2O_2]}{dt} = -\frac{3 \cdot C}{V_0} \cdot \frac{dV_E}{dt} = -30 \cdot \frac{dV_E}{dt}$ $v_{vol}(t = 200 \text{ s}) = -30 \cdot \frac{(22-9) \times 10^{-3}}{(0-200)} = 1.95 \times 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l.s}}$				قيمة السرعة الحجمية	
0,5	0,5					شكل المنحنى	8

حل التمرين 21 :

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).

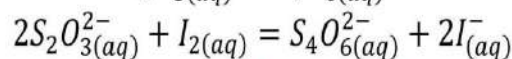
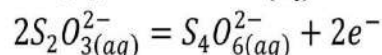
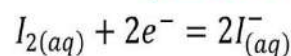
ب- الرسم التخطيطي لعملية المعايرة:

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

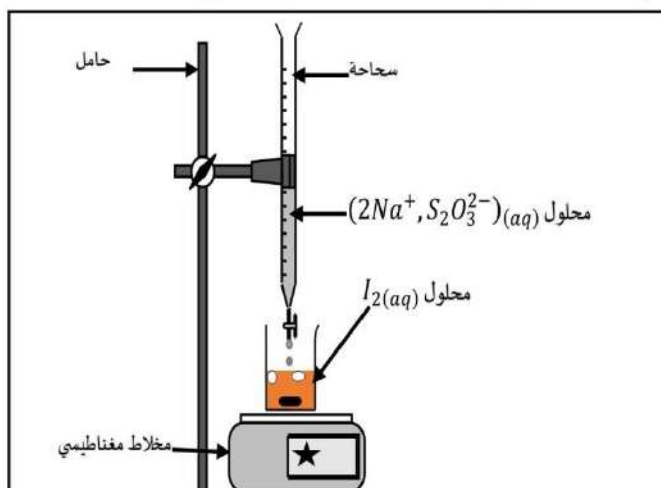
النشا ليصبح لون المحلول أزرق ونسكب المحلول المعايير

تدريجيا حتى يختفي اللون الأزرق.

د- معادلة تفاعل المعايرة:



هـ- 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 V_0, V_E, C 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- التركيز المولي $[S_2O_8^{2-}]_i$ لشوارد البيروكسيد كبريتات في المزيج لحظة انطلاق التفاعل:

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

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

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

نعوض (1) في (2) نجد:

$$[S_2O_8^{2-}]_t = [S_2O_8^{2-}]_i - \frac{C \cdot V_E}{2 \cdot V_0}$$

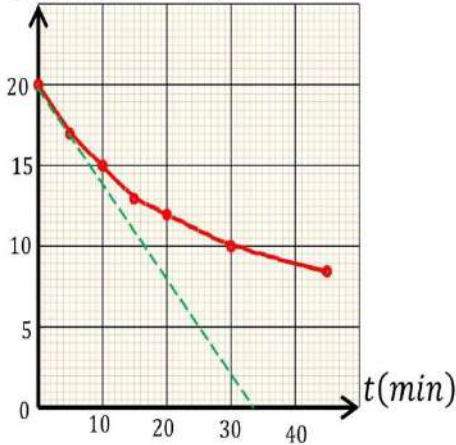
$$[S_2O_8^{2-}]_t = 2 \cdot 10^{-2} - \frac{1,5 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10} \cdot V_E$$

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

اكمل الجدول: نستعمل العلاقة الأخيرة

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

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



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.

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

من البيان نجد: $t_{1/2} = 10 min$

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

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

حساب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$

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

$$\frac{dx}{dt} = -(V_1 + V_2) \cdot \frac{d[S_2O_8^{2-}]}{dt} \Leftarrow \frac{d[S_2O_8^{2-}]}{dt} = -\frac{1}{V_1 + V_2} \frac{dx}{dt}$$

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

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

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

5- أ- البيان الخاص بكل تجربة:

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

المنحنى الثاني 02 خاص بالتجربة الثالثة.

المنحنى الأول 01 خاص بالتجربة الأولى.

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

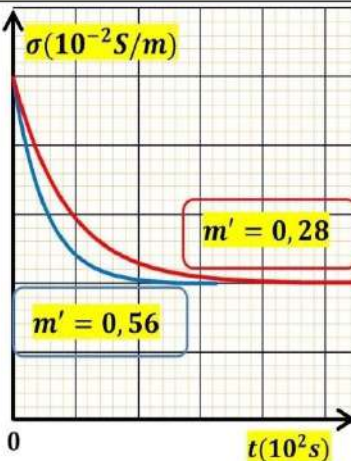
ب- العوامل الحركية التي تبرزها كل تجربة:

التجريبتين الأولى والثالثة تبرزان دور درجة الحرارة.

التجريبتين الأولى والثانية تبرزان دور التراكيز لمولية الابتدائية للمتفاعلات.

حل التمرين 22 :

1	سبب التناقص	الناقلية النوعية المولية للشوارد المختلفة أكبر من الناقلية النوعية المولية للشوارد الناتجة $\lambda(H_3O^+) > \lambda(Ca^{+2})$	0,25 0,25	0,5
2	البيانات	1 - جهاز (لاقط) قياس الناقلية النوعية 2 - مسبار 3 - بيشر 4 - وسط تفاعلي 5 - مخلاط إلكتروني 6 - مغناطيس	0,25 × 6	1,5
3	جدول التقدم	$CaCO_3 + 2H_3O^+ \rightleftharpoons Ca^{+2} + CO_2 + 3H_2O$ $n_{01} = \frac{m}{M}$ $n_{02} = CV$ 0 0 + $n_t = n_0 - x_t$ $n_t = n_0 - 2x_t$ $n_t = x_t$ $n_t = x_t$ + $n_f = n_0 - x_f$ $n_f = n_0 - 2x_f$ $n_f = x_f$ $n_f = x_f$ +	0,25 0,25	0,5
4	عبارة الناقلية $\sigma(0)$	$\sigma(0) = \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+]_{(0)} + \lambda_{Cl^-} \cdot [Cl^-]_{(0)}$ $[H_3O^+]_{(0)} = [Cl^-]_{(0)} = C$ $\sigma(0) = (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}) \times C$	0,25 0,25 0,5	1
5	التركيز المولي C	$\sigma(0) = 85,2 \times 10^{-2} S/m$ $C = \frac{\sigma(0)}{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-})} = \frac{85,2 \times 10^{-2}}{(35+7,6) \times 10^{-3}} = 20 mol/m^3$ $C = 0,02 mol/L$	0,25 0,25 0,5	1
6	عبارة الناقلية $\sigma(t)$	$\sigma(t) = \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+]_{(t)} + \lambda_{Ca^{+2}} \cdot [Ca^{+2}]_{(t)} + \lambda_{Na^+} \cdot [Na^+]_{(t)}$ $[H_3O^+]_{(t)} = \frac{n_0 - 2x(t)}{V}$, $[Ca^{+2}]_{(t)} = \frac{x(t)}{V}$, $[Cl^-]_{(t)} = \frac{n_0}{V}$ $\sigma(t) = \lambda_{H_3O^+} \cdot \frac{n_0 - 2x(t)}{V} + \lambda_{Ca^{+2}} \cdot \frac{x(t)}{V} + \lambda_{Cl^-} \cdot \frac{n_0}{V}$ $\sigma(t) = (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}) \frac{n_0}{V} + (\frac{-2\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Ca^{+2}}}{V}) x(t)$ $\sigma(t) = (35 + 7,6) \cdot 0,02 + (\frac{-2 \cdot 35 + 12}{0,2}) \cdot x(t)$ $\sigma(t) = 0,852 - 290 x(t)$	0,25 0,25 0,25 0,25 0,25	1
7	الناقلية النوعية النهائية $\sigma(f)$	بالاسقاط $t_{1/2} = 120 s$ $\sigma(t_{1/2}) = 56,8 \cdot 10^{-2} S/m$ $\sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma(f) + \sigma(0)}{2} \Rightarrow \sigma(f) + \sigma(0) = 2 \cdot \sigma(t_{1/2})$ $\sigma(f) = 2 \cdot \sigma(t_{1/2}) - \sigma(0) = (2 \times 56,8 \cdot 10^{-2}) - 85,2 \cdot 10^{-2}$ $\sigma(f) = 28,4 \cdot 10^{-2} S/m$	0,25 0,25 0,25 0,25	1
8	التقدم النهائي $x(f)$ المتفاعل المحد	$\sigma(t) = 0,852 - 290 x(t)$ $\sigma(f) = 0,852 - 290 x(f)$ $x(f) = \frac{0,852 - \sigma(f)}{290} = \frac{0,852 - 0,284}{290} = 1,96 \cdot 10^{-3} mol$ $n_{f(H_3O^+)} = C \cdot V - 2x_{max} = 0,02 \cdot 0,2 - 1,96 \cdot 10^{-3}$ $n_{f(H_3O^+)} = 2,04 \cdot 10^{-3} \neq 0$ إذن المتفاعل المحد هو كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$	0,25 0,25 0,25 0,25	1
9	الكتلة m	$n_{f(CaCO_3)} = \frac{m}{M} - x_{max} = 0$ $\frac{m}{M} = x_{max}$ $m = M \cdot x_{max}$ $m = 100 \cdot 1,96 \cdot 10^{-3} = 0,196 g$	0,25 0,25	1

	0,25 0,25	$P = \frac{m}{m'} \cdot 100 = \frac{0,196}{2,8} \cdot 100 = 70 \%$	النسبة P	
1	0,25 0,25 0,25 0,25	$\sigma(t) = 0,852 - 290 x(t)$ $x(t) = \frac{0,852 - \sigma(t)}{290}$ $V_{vol}(t) = \frac{1}{V} \frac{dx(t)}{dt} = \frac{d(\frac{0,852 - \sigma(t)}{290})}{dt} = -\frac{1}{290 \cdot V} \frac{d\sigma(t)}{dt}$ $V_{vol}(t = 0) = -\frac{1}{290 \cdot 0,2} \cdot \frac{0,852 - 0}{0 - 240}$ $= 6,12 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l.s}$	السرعة الحجمية	10
0,5	0,5		المنحنى	11

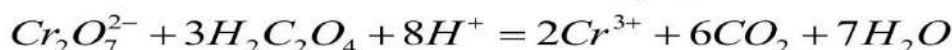


1) التحول الكيميائي تام وبطيء معناه :

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

2) معادلة التفاعل الكيميائي الحادث :

- المعادلة النصفية للإرجاع : $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- = 2Cr^{3+} + 7H_2O$
- المعادلة النصفية للأكسدة : $[H_2C_2O_4 = 2CO_2 + 2H^+ + 2e^-] \times 3$
- 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	3	0	0	3
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 $Cr_2O_7^{2-}$

ط2/ نقوم بحساب $n_f(H_2C_2O_4)$

من جدول التقدم نجد : $n_f(H_2C_2O_4) = C_2 \cdot V_2 - 3x_{\max}$

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

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

فالمفاعل المحد هو $Cr_2O_7^{2-}$.

ب- إيجاد التركيز المولي C_1 :

$$C_1 V_1 - x_{\max} = 0 \Rightarrow C_1 = \frac{x_{\max}}{V_1} \quad \text{بما أن المتفاعل المحد هو } Cr_2O_7^{2-} \text{ فإن :}$$

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

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

$$t = t_{1/2} \rightarrow x = \frac{x_{\max}}{2} \quad \text{(النهائية) أي :}$$

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 $t = 0$:

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

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

(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 $t = 0$:

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

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

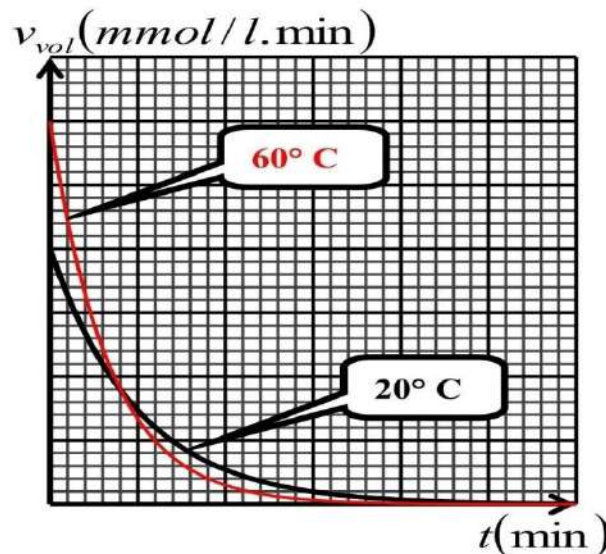
ومنه المنحنى الصحيح الموافق للتفاعل المدروس هو : المنحنى (03) .

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

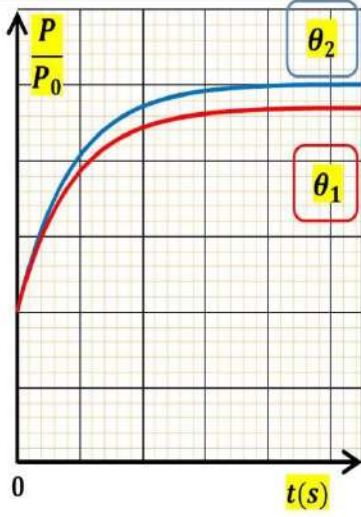
• التفسير على المستوى المجهرى : تناقص التركيز المولي للمتفاعلات معناه تناقص عدد الأفراد في وحدة الحجم الذي يؤدي إلى تناقص عدد الإصطدامات الفعالة ومنه تناقص سرعة التفاعل مع مرور الزمن .

(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 24 :

0,5	0,25 0,25	$P_0 \cdot V = n_0 \cdot R \cdot T$ $n_0 = \frac{P_0 \cdot V}{R \cdot T}$	$n_0 = \frac{4,638 \cdot 10^4 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot (273+45)}$ $n_0 = 8,77 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	كمية المادة	1	
0,5	0,5	$2 \cdot N_2O_5 \rightleftharpoons 4 \cdot NO_2 + O_2$ n_0 $n_t(N_2O_5) = n_0 - 2 \cdot x_t$ $n_f(N_2O_5) = n_0 - 2x_{max}$	0 $n_t(NO_2) = 4 \cdot x_t$ $n_f(NO_2) = 4 \cdot x_{max}$	0 $n_t(O_2) = x_t$ $n_f(O_2) = x_{max}$	جدول التقدم	2
1,25	0,25 0,25 0,25 0,25 0,25	$n_f(N_2O_5) = n_0 - 2x_{max}$ $0 = n_0 - 2x_{max}$ $x_{max} = \frac{n_0}{2} = \frac{8,77 \cdot 10^{-3}}{2}$ $x_{max} = 4,38 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$n_T = n_{N_2O_5} + n_{NO_2} + n_{O_2}$ $n_T = n_0 - 2 \cdot x_t + 4 \cdot x_t + x_t$ $n_T = n_0 + 3 \cdot x_t$	x_{max} علاقة كمية المادة n_T	3 4	
	0,75	$P \cdot V = n_T \cdot R \cdot T$ $P \cdot V = (n_0 + 3 \cdot x_t) \cdot R \cdot T$	$P_0 \cdot V = n_0 \cdot R \cdot T$ $\frac{P \cdot V}{P_0 \cdot V} = \frac{(n_0 + 3 \cdot x_t) \cdot R \cdot T}{n_0 \cdot R \cdot T} = \frac{P}{P_0} = 1 + \frac{3 \cdot x_t}{n_0}$	العلاقة	5	
1,25	0,25 0,25 0,25	$v_{(t)} = \frac{dx}{dt}$ $\frac{P}{P_0} = 1 + \frac{3 \cdot x_t}{n_0} \Rightarrow x_t = \frac{n_0}{3} \left(\frac{P}{P_0} - 1 \right)$ $v_{(t)} = \frac{d \left(\frac{n_0}{3} \left(\frac{P}{P_0} - 1 \right) \right)}{dt} = \frac{n_0}{3} \cdot \frac{d \left(\frac{P}{P_0} \right)}{dt} = \frac{8,77 \cdot 10^{-3}}{3} \cdot \frac{1,9-1}{20-0}$ $v_{(t)} = 1,31 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L.s}$		السرعة	6	
	0,25	زمن نصف التفاعل يتناقص		أ -	7	
	0,25 0,25	التفسير المجهرى : الرفع من درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة التصادمات الفعالة بين الأفراد المتفاعلة مما يؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل ونقصان زمن نصف التفاعل		ب -		
1,25	0,5				ت -	

حل التمرين 25 :

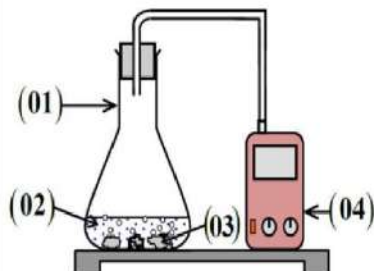
I		1	2	3	4	5
0,25	0,25	الكشف	نقرب عود ثقاب فتحدث فرقة دلالة على وجود غاز الهيدروجين	1	0,25	0,25
0,5	0,5	التصنيف	تحول بطيئ : لأنه استغرق عدة دقائق	2	0,5	0,5
1	1	العناصر	1- اربلينة 2- محلول حمض الكبريت 3- قطع ألومنيوم 4- أنبوب توصيل 5- مخبر مدرج منكس 6- غاز الهيدروجين 7- فقاعة غاز الهيدروجين 8- حوض به ماء	3	1	1
0,75	0,25	المعادلة	$2 \times (Al \rightleftharpoons Al^{3+} + 3e^-)$ $3 \times (2H_3O^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2 + 2H_2O)$ $2 Al + 6H_3O^+ \rightleftharpoons 2 Al^{3+} + 3H_2 + 3H_2O$	4	0,25	0,25
0,5	0,5	جدول التقدم	$2 Al + 6H_3O^+ \rightleftharpoons 2 Al^{3+} + 3H_2 + 3H_2O$ $n_{01} = \frac{m}{M}$ $n_t = n_{01} - x_t$ $n_f = n_{01} - x_f$ $n_0 = C_2 V_2$ $n_t = n_{02} - 2x_t$ $n_f = n_{02} - 2x_f$ 0 0 $n_t = 2x_t$ $n_f = 2x_f$ $n_t = 3x_t$ $n_f = 3x_f$	5	0,5	0,5
1	0,5	x_{max}	$n_{01} - 2x_{max} = 0$ $x_{max} = \frac{m}{2.M} = \frac{0,81}{2.27}$ $x_{max} = 15 \times 10^{-3} mol$ مرفوض	$n_0 - 6x_{max} = 0$ $x_{max} = \frac{n_0}{6} = \frac{2.C.V}{6} = \frac{2.0,09.0,06}{6}$ $x_{max} = 1,8 \times 10^{-3} mol$ مقبول	0,5	0,5
0,5	0,25	1	$n(t) = \frac{Vg(t)}{V_M}$ $n(t) = 3 \cdot x(t)$ $x(t) = \frac{Vg(t)}{3.V_M} \Rightarrow x(f) = \frac{Vg(f)}{3.V_M}$ $Vg(f) = 3 \cdot x(f) \cdot V_M$ $Vg(f) = 3.1,8 \cdot 10^{-3} \cdot 24$ $Vg(f) = 0,196 L$ $Vg(f) = 129,6 mL$	1	0,25	0,25
1,25	0,25	2	$x(t_{1/2}) = \frac{x(f)}{2}$ $x(t_{1/2}) = \frac{Vg(t_{1/2})}{3.V_M}$ $x(f) = \frac{Vg(f)}{3.V_M}$ $\frac{Vg(t_{1/2})}{3.V_M} = \frac{Vg(f)}{2}$ $\frac{Vg(t_{1/2})}{Vg(f)} = \frac{1}{2}$ $Vg(t_{1/2}) = \frac{Vg(f)}{2} = \frac{129,6}{2} = 64,8 mL$ $t_1(1) = 325 s$ $t_1(2) = 570 s$	2	0,25	0,25
0,75	0,25	3	$x(t) = \frac{Vg(t)}{3.V_M}$ $v_{vol} = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V} \cdot \frac{d(\frac{Vg(t)}{3.V_M})}{dt} = \frac{1}{3.V.V_M} \cdot \frac{dVg(t)}{dt}$ $v_{vol}(1) = \frac{1}{3.0,06.24} \cdot \frac{100-0}{400-0}$ $v_{vol}(1) = 5,8 \cdot 10^{-5} mol/L.s$ $v_{vol}(2) = \frac{1}{3.0,06.24} \cdot \frac{70-0}{400-0}$ $v_{vol}(2) = 4 \cdot 10^{-5} mol/L.s$	3	0,25	0,25
0,5	0,25	4	العامل الحركي المدروس هو تأثير مساحة سطح التلامس بين المتفاعلات حيث كلما زادت المساحة تزداد سرعة التفاعل وينقص زمن نصف التفاعل مساحة سطح تلامس المسحوق أكبر منه في الشريط المنحني (1) يوافق الفريق الأول المنحني (2) يوافق الفريق الثاني	4	0,25	0,25

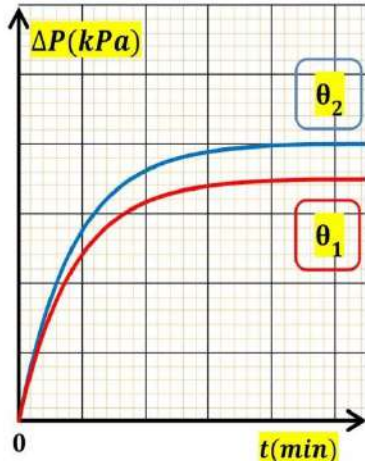
حل التمرين 26 :

I							
1	0,25	$1 \times (2BrO_3^- + 12H^+ + 10e^- = Br_2 + 6H_2O)$			المعادلة	1	
	0,25	$5 \times (2Br^- = Br_2 + 2e^-)$					
	0,25	$2BrO_3^- + 10Br^- + 12H^+ = 6Br_2 + 6H_2O$					
	0,25	$BrO_3^- + 5Br^- + 6H^+ = 3Br_2 + 3H_2O$					
0,5	0,5	$BrO_3^- + 5Br^- + 6H^+ = 3Br_2 + 3H_2O$			جدول التقدم	2	
		$n_{01} = C_1 V_1$	$n_0 = C_2 V_2$	$\begin{matrix} \text{ن} \\ \text{ن} \\ \text{ن} \end{matrix}$			$\begin{matrix} \text{ن} \\ \text{ن} \\ \text{ن} \end{matrix}$
		$n_t = n_{01} - x_t$	$n_t = n_{02} - 5x_t$				
		$n_f = n_{01} - x_f$	$n_f = n_{02} - 5x_f$				
0,75	0,25	$n_{tBr_2} = 3x_t \Rightarrow x_t = \frac{1}{3} n_{Br_2}$			العلاقة	3	
	0,25	$n_{tBrO_3^-} = n_{01} - x_t$	$n_{tBr^-} = n_{02} - 5x_t$				
	0,25	$n_{tBrO_3^-} = C_1 V_1 - \frac{1}{3} n_{Br_2}$	$n_{tBr^-} = C_2 V_2 - \frac{5}{3} n_{Br_2}$				
II							
1	0,25	المنحن خط مستقيم معادلته		المنحن خط مستقيم معادلته		1	
	0,25	$y = ax + b$		$y = ax + b$			
	0,25	$n_1 = an_{Br_2} + b$		$n_2 = an_{Br_2} + b$			
	0,25	$a = \tan(\alpha) = \frac{4-3}{0-3} = -\frac{1}{3}$		$a = \tan(\alpha) = \frac{6-1}{0-3} = -\frac{5}{3}$			
0,25	0,25	$n_1 = -\frac{1}{3} n_{Br_2} + b$		$n_2 = -\frac{5}{3} n_{Br_2} + b$		بالمطابقة مع العلاقة السابقة	
	0,25	$n_1 = n_{BrO_3^-}$		$n_2 = n_{Br^-}$			
0,5	0,25	$n_{BrO_3^-}(f) = 2,8 \text{ mmol}$ $n_{Br^-}(f) = 0$			المزيج	2	
	0,25	$n_{Br}(f) = 3 x_f$	$x_f = \frac{n_{Br}(f)}{3} = \frac{3,6}{3} = 1,2 \text{ mmol}$		الستوكيومترى		
0,5	0,25	$n_{01} = C_1 V_1$ $C_1 = \frac{n_{01}}{V_1} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{0,1}$	$n_{02} = C_2 V_2$ $C_2 = \frac{n_{02}}{V_2} = \frac{6 \cdot 10^{-3}}{0,1}$			3	
	0,25	$C_1 = 0,04 \text{ mol/l}$	$C_2 = 0,06 \text{ mol/l}$				
0,5	0,25	هو الزمن اللازم لبلوغ التفاعل نصف تقدمه النهائي : $x_{t\frac{1}{2}} = \frac{x_f}{2}$			زمن نصف التفاعل	4	
	0,25	$n_{Br_2 t\frac{1}{2}} = \frac{n_{Br_2 f}}{2} = \frac{3,6}{2} = 1,8 \text{ m. mol} \Rightarrow t_{\frac{1}{2}} = 7,2 \text{ min}$					
0,25	0,25	هي اللحظة التي يتقاطع فيها المنحنى (1) مع المنحنى (2) ، بالاسقاط نجد			الحظة	5	
		$n_{Br_2} = 1,6 \text{ m. mol}$ $t = 6,3 \text{ min}$					
1	0,25	$v_{Vol} = \frac{1}{V_T} \cdot \frac{dx_t}{dt}$		$v_{Vol} = \frac{1}{V_T} \cdot \frac{d \frac{n_{Br_2 t}}{3}}{dt} = \frac{1}{3 \cdot V_T} \cdot \frac{dn_{Br_2 t}}{dt}$		السرعة الحجمية	6
	0,25	$n_{Br_2 t} = 3x_t$		$v_{Vol} = \frac{1}{3 \times 0,2} \cdot \frac{0,6-1,6}{0-5,4}$			
	0,25	$x_t = \frac{n_{Br_2 t}}{3}$		$v_{Vol} = 0,3 \text{ m. mol/l. min}$			
	0,25						

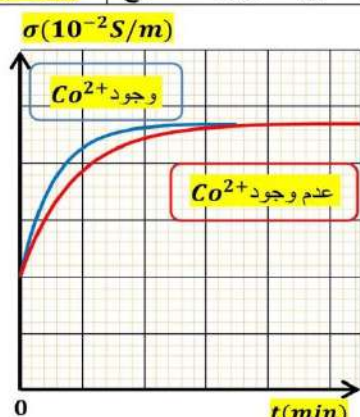
III						
0,5	0,25	$C_3 = \frac{C_2}{2} = \frac{0,06}{2} = 0,03 \text{ mol/l.}$ $n_{f Br^-} = n_{0 Br^-} - 5x_f$ $0 = C_3 V_2 - 5x_f$	$5x_f = C_3 V_2$ $x_f = \frac{C_3 V_2}{5} = \frac{0,03 \times 0,1}{5}.$ $x_f = 0,6 \text{ m.mol}$	التقدم الأعظمي	1	
0,25	0,25	يزداد زمن نصف التفاعل لأن التركيز الابتدائي نقص مما يؤدي إلى نقصان الافراد الكيميائية المتفاعلة في وحدة حجم المحلول مما يعني نقصان التصادمات الفعالة			2 زمن نصف 3 التفاعل التفسير	
0,25	0,25				الرسم الكيفي	4

حل التمرين 27 :

1,5	0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25			1- ارلينة 2- محلول حمض كلور الهيدروجين 3- معدن الزنك 4- جهاز (لاقط) قياس الضغط	يمكن متابعة هذا التحول عن طريق : - قياس الناقلية - قياس حجم الغاز المنطلق	التركيب التجريبي	1													
						طرق أخرى لمتابعة	2													
0,5	0,5	$Zn_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} = Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$ <table><tr><td>n_{01}</td><td>n_{02}</td><td>0</td><td>0</td><td rowspan="3">x_t x_t x_{max}</td></tr><tr><td>$n_{01} - x_t$</td><td>$n_{02} - 2x_t$</td><td>x_t</td><td>x_t</td></tr><tr><td>$n_{01} - x_{max}$</td><td>$n_{02} - 2x_{max}$</td><td>x_{max}</td><td>x_{max}</td></tr></table>				n_{01}	n_{02}	0	0	x_t x_t x_{max}	$n_{01} - x_t$	$n_{02} - 2x_t$	x_t	x_t	$n_{01} - x_{max}$	$n_{02} - 2x_{max}$	x_{max}	x_{max}	جدول التقدم	3
n_{01}	n_{02}	0	0	x_t x_t x_{max}																
$n_{01} - x_t$	$n_{02} - 2x_t$	x_t	x_t																	
$n_{01} - x_{max}$	$n_{02} - 2x_{max}$	x_{max}	x_{max}																	
0,5	0,25 0,25	$n_{01} - x_{max} = 0$ $\frac{m}{M} - x_{max} = 0 = x_{max} = \frac{m}{M} = \frac{0,6}{65,4}$ $x_{max} = 9.17 \times 10^{-3} \text{ mol}$ مقبول		$C.V - 2x_{max} = 0$ $x_{max} = \frac{C.V}{2} = \frac{0,4 \times 0.075}{2}$ $x_{max} = 15 \times 10^{-3} \text{ mol}$ مرفوض	x_{max}															
0,25	0,25	المتفاعل المحد هو الزنك Zn				المتفاعل المحد														

01	0,25 0,25 0,25 0,25	$P_{(t)} = P_0 + P_{H_2}$ $P_{H_2} = P_{(t)} - P_0$ $P_{H_2} \cdot V = n \cdot R \cdot T$ $P_{H_2} \cdot V = x_t \cdot R \cdot T$	$P_{H_2} = \frac{x_t \cdot R \cdot T}{V}$ $\frac{x_t \cdot R \cdot T}{V} = P_{(t)} - P_0$ $x_t = (P_{(t)} - P_0) \cdot \frac{V}{R \cdot T}$ $x_t = \Delta P \cdot \frac{V}{R \cdot T}$	عبارة التقدم $x(t)$	4
0,25	0,25	$x_{t1/2} = \frac{x_{max}}{2}$: هو الزمن اللازم لبلوغ التفاعل نصف تقدمه الاعظمي :			5
0,75	0,25 0,25 0,25	$\Delta P \cdot V = x(t) \cdot R \cdot T$ $\Delta P_{max} \cdot V = x_{max} \cdot R \cdot T \rightarrow x_{max} = \frac{\Delta P_{max} \cdot V}{R \cdot T}$ $\Delta P_{t1/2} \cdot V = x_{t1/2} \cdot R \cdot T = \frac{x_{max}}{2} \cdot R \cdot T = \frac{\Delta P_{max} \cdot V}{2}$ $\Delta P_{t1/2} = \frac{\Delta P_{max}}{2}$			
0,25	0,25	$\Delta P \left(t_{\frac{1}{2}} \right) = \frac{\Delta P_{max}}{2} = \frac{740}{2} = 370 \text{ hpa}$ $t_{1/2} \approx 40 \text{ min}$ من البيان بالاسقاط نجد			
1	0,25	هي سرعة التفاعل في وحدة الحجم			6
	0,5	$v_{vol} = \frac{1}{V_A} \cdot \frac{dx}{dt}$	$x = \frac{\Delta P \cdot V}{R \cdot T}$	$v_{vol} = \frac{1}{V_A} \cdot \frac{d\frac{\Delta P \cdot V}{R \cdot T}}{dt}$	
	0,25	$v_{vol} = \frac{V}{V_A \cdot R \cdot T} \cdot \frac{d\Delta P}{dt}$	$v_{vol} = \frac{925 \cdot 10^{-6}}{0,075 \cdot 8,31 \cdot 298} \cdot \frac{21 \cdot 10^3 - 0}{50 - 0}$ $v_{vol} = 2,1 \times 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$		
0,5	0,5				البيان $\Delta P = g(t)$ في حالة إجراء التفاعل عند درجة حرارة θ_2

1,5	0,25	هو نوع كيميائي يسرع التفاعل الكيميائي دون أن يظهر في معادلة التفاعل ولا يغير الحالة النهائية للجملة وساطة متجانسة لأن الوسيط والشوارد في نفس الحالة الفيزيائية	الوسيط	1
	0,25		نوع الوساطة	
	0,25		الناقلية	
1	0,25	المحلول يحتوي على الشوارد الموجبة Na^+ والشوارد السالبة ClO^- الناقلية النوعية المولية للشوارد الناتجة أكبر من الناقلية النوعية المولية للشوارد المختفية $\lambda(Cl^-) > \lambda(ClO^-)$	سبب التزايد	2
	0,25		المعادلة	
	0,25		جدول التقدم	
1	0,25	$2 \times (ClO^- + 2H^+ + 2e^- = Cl^- + H_2O)$ $2H_2O = O_2 + 4H^+ + 4e^-$ $2 ClO^-_{(aq)} = 2 Cl^-_{(aq)} + O_{2(g)}$	$2 ClO^-_{(aq)} == 2 Cl^-_{(aq)} + O_{2(g)}$ $n_{01} = CV$ $n_{tClO^-} = n_0 - 2X_t$ $n_{fClO^-} = n_0 - 2X_f$	0 0 $n_{tO_2} = X_t$ $n_{fO_2} = X_f$
	0,25			
	0,25			
1	0,25	$\sigma(0) = \lambda_{ClO^-} \cdot [ClO^-]_{(0)} + \lambda_{Na^+} \cdot [Na^+]_{(0)}$ $[ClO^-]_{(0)} = [Na^+]_{(0)} = C$ $\sigma(0) = (\lambda_{ClO^-} + \lambda_{Na^+}) \times C$ $\sigma(0) = 20 \times 10^{-2} S/m$	عبارة الناقلية	3
	0,25		$\sigma(0)$	
	0,25			
1	0,25	$C = \frac{\sigma(0)}{(\lambda_{ClO^-} + \lambda_{Na^+})} = \frac{20 \times 10^{-2}}{(5,2+5) \times 10^{-3}} = 19,6 mol/m^3$ $C = 1,96 \times 10^{-2} mol/L$	التركيز المولي	4
	0,25		C	
	0,25		حساب	
1,5	0,25	$C.V - 2x_{max} = 0$ $x_{max} = \frac{C.V}{2} = \frac{1,96 \cdot 10^{-2} \times 0,1}{2}$ $x_{max} = 9,8 \cdot 10^{-4} mol$	X_{max}	5
	0,25			
	0,25			
1,5	0,25	$\sigma(t) = \lambda_{ClO^-} \cdot [ClO^-]_{(t)} + \lambda_{Cl^-} \cdot [Cl^-]_{(t)} + \lambda_{Na^+} \cdot [Na^+]_{(t)}$ $[Cl^-]_{(t)} = \frac{2x(t)}{V}, [Na^+]_{(t)} = \frac{n_0}{V}, [ClO^-]_{(t)} = \frac{n_0 - 2x(t)}{V}$ $\sigma(t) = \lambda_{ClO^-} \cdot \frac{n_0 - 2x(t)}{V} + \lambda_{Cl^-} \cdot \frac{2x(t)}{V} + \lambda_{Na^+} \cdot \frac{n_0}{V}$ $\sigma(t) = (\lambda_{ClO^-} + \lambda_{Na^+}) \frac{n_0}{V} + (\frac{-2\lambda_{ClO^-} + 2\lambda_{Cl^-}}{V}) x(t)$ $\sigma(t) = (5,2 + 5) 1,96 \cdot 10^{-2} + (\frac{-2 \cdot 5,2 + 2 \cdot 7,63}{0,1}) x(t)$ $\sigma(t) = 0,2 + 48,6 x(t)$	عبارة الناقلية	6
	0,25		$\sigma(t)$	
	0,25			
1	0,25	$x(t) = \frac{\sigma(t) - 0,2}{48,6}$ $V_{vol}(t) = \frac{1}{V} \frac{dx(t)}{dt} = \frac{d(\frac{\sigma(t) - 0,2}{48,6})}{dt} = \frac{1}{48,6 \cdot V} \frac{d\sigma(t)}{dt} = \frac{1}{48,6 \cdot 0,1} \frac{d\sigma(t)}{dt}$ $V_{vol}(t) = 20,5 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{d\sigma(t)}{dt}$	السرعة الحجمية	6
	0,25			
	0,25			

	0,25	$V_{vol}(t = 0) = 20,5 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{20-24}{0-2} = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l.min}$			
1	0,25	$\sigma(t_{1/2}) = 22,4 \cdot 10^{-2}$	بالاسقاط	$t_{1/2} = 2\text{min}$	7
	0,25	$\sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma(f)+\sigma(0)}{2} \Rightarrow \sigma(f) + \sigma(0) = 2 \cdot \sigma(t_{1/2})$ $\sigma(f) = 2 \cdot \sigma(t_{1/2}) - \sigma(0) = (2 \times 22,4 \cdot 10^{-2}) - 20 \cdot 10^{-2}$ $\sigma(f) = 24,8 \cdot 10^{-2} \text{ S/m}$			
	0,25				
	0,25				
1,5	0,25	$n = \frac{V_{Cl_2}}{V_M} \Rightarrow V_{Cl_2} = n \cdot V_M$	$V_{Cl_2} = C_0 \cdot V \cdot V_M$	الدرجة الكلورومترية	8
	0,25	$n = C_0 \cdot V$	$V_{Cl_2} = C_0 \cdot V_M$		
	0,25	$V = 1 \text{ L}$	$^{\circ}\text{Chl} = C_0 \cdot V_M$		
	0,25	$f = \frac{V}{V_0} = \frac{100}{2,7} = 37$	معامل التمديد f		
	0,25	$f = \frac{C_0}{C} \Rightarrow C_0 = f \times C = 37 \times 1,96 \times 10^{-2} = 0,72 \text{ mol/L}$			
	0,25	$^{\circ}\text{Chl} = 0,72 \times 22,4 = 16^{\circ}\text{Chl}$ اذن ما كتب على القارورة صحيح			
0,5	0,5	<div><p>$\sigma(10^{-2}\text{S/m})$</p><p>$t(\text{min})$</p></div>			9

حل التمرين 29 :

1	0,5 0,5	3 - معدن الألومنيوم 4 - جهاز (لاقط) قياس الضغط	1 - إرلن 2 - محلول حمض كلور الهيدروجين	1																					
0,75	0,25 0,25 0,25	كتابة معادلة التفاعل الحادث. علما أن الثنائيتين (Ox/Red): (Al^{3+}/Al) ، (H_3O^+/H_2) $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$ $2H_3O^+ + 2e^- \rightarrow H_2 + 2H_2O$ $2Al + 6H_3O^+ \rightarrow 2Al^{3+} + 3H_2 + 6H_2O$			2																				
0,5	0,25 0,25	أنجز جدول تقدم التفاعل <table><tr><td colspan="5">$2Al + 6H_3O^+ \rightarrow 2Al^{3+} + 3H_2 + 6H_2O$</td></tr><tr><td>0.12 mole</td><td>CV</td><td>0</td><td>0</td><td>بوفرة</td></tr><tr><td>$0.12 - 2x$</td><td>$CV - 6x$</td><td>$2x$</td><td>$3x$</td><td>بوفرة</td></tr><tr><td>$0.12 - 2x_f$</td><td>$CV - 6x_f$</td><td>$2x_f$</td><td>$3x_f$</td><td>بوفرة</td></tr></table>			$2Al + 6H_3O^+ \rightarrow 2Al^{3+} + 3H_2 + 6H_2O$					0.12 mole	CV	0	0	بوفرة	$0.12 - 2x$	$CV - 6x$	$2x$	$3x$	بوفرة	$0.12 - 2x_f$	$CV - 6x_f$	$2x_f$	$3x_f$	بوفرة	3
$2Al + 6H_3O^+ \rightarrow 2Al^{3+} + 3H_2 + 6H_2O$																									
0.12 mole	CV	0	0	بوفرة																					
$0.12 - 2x$	$CV - 6x$	$2x$	$3x$	بوفرة																					
$0.12 - 2x_f$	$CV - 6x_f$	$2x_f$	$3x_f$	بوفرة																					
0,75	0,25 0,25 0,25	بين أن الضغط الكلي داخل الدورق يعطي بالعلاقة: $P = Ax + P_0$ حيث P_0 هو ضغط الهواء الجوي، A ثابت يطلب تحديد عبارته بدلالة: ثابت الغازات المثالية R و حجم الغاز V_g و درجة حرارة الوسط التجريبي T $P = \frac{3RT}{V_g} x + P_0$			4																				

1	0,25	أ - أوجد قيمة الضغط النهائي P_f والتقدم الاعظمي للفاعل x_{max} .	5
	0,25	$P_f = 6.078 \times 10^5 Pa$	
	0,25	$x_{max} = 60 mmole$	
	0,25	ب - بكتابة العبارة البيانية للمنحنى: أوجد قيمة درجة حرارة الوسط التجريبي T بوحدة $^{\circ}C$	
2	0,25	$P = \frac{6.078 \times 10^5 - 1.013 \times 10^5}{0.060} x + 1.013 \times 10^5$	6
	0,25	$P = 8.44 \times 10^6 x + 1.013 \times 10^5$	
	0,25	$P = \frac{3 RT}{V_g} x + P_0$	
	0,25	$\frac{3 RT}{V_g} = 8.44 \times 10^6 \rightarrow T = \frac{8.44 \times 10^6 \times 0.9 \times 10^{-3}}{3 \times 8.31} = 304K = 31^{\circ}C$	
2	0,25	أ - بين أن $n_0(H_3O^+) = 8 x_{max}$	6
	0,25	$n_f(H_3O^+) = n_0(H_3O^+) - 6 x_{max}$	
	0,25	$\frac{n_0(H_3O^+)}{4} = n_0(H_3O^+) - 6 x_{max}$	
	0,25	$n_0(H_3O^+) = 8 x_{max}$	
2	0,25	سلما لمحور تراتيب المنحنى (2)، وقيمة التركيز C	6
	0,25	$n_0(H_3O^+) = 8 x_{max} = 0.48 mol \rightarrow 6 cm$	
	0,25	$0.08 mol \rightarrow 1 cm$	
	0,25	$C = \frac{n_0(H_3O^+)}{V} = \frac{0.48}{0.9} = 0.53 mol/L$	
2	0,25	ب - أحسب السرعة الحجمية الاعظمية لاختفاء شوارد H_3O^+ ، ثم استنتج سرعة التفاعل	6
	0,25	$v_{vol} = -\frac{1}{V} \times \frac{dn_{H_3O^+}}{dt} = \frac{1}{0.9} \times \frac{0.48}{-6} = 0.088 \frac{mol}{L min}$	
	0,25	$v_x = \frac{V v_{vol}}{2} = \frac{0.9 \times 0.088}{2} = 0.04 \frac{mol}{min}$	
	0,25		

حل التمرين 30:

1	0,25	أكسدة	$2 \cdot IO_3^- + 12 \cdot H^+ + 10 \cdot e^- \rightarrow I_2 + 6 \cdot H_2O$				التفاعل	1		
	0,25	إرجاع	$2 \cdot I^- \rightarrow I_2 + 2 \cdot e^-$							
	0,5	الثنائيات	$(I_2/I^-), (IO_3^-/I_2)$							
0,5	0,25	الغرض من إضافة حمض الكبريت المركز هو توفير شوارد H^+ لا يلعب دور الوسيط ، لأنه ظهر في معادلة التفاعل						الغرض	2	
	0,25									
1	0,25	$n_{01} = C_1 \cdot V_1$ $n_{01} = 0,03,0,1$			$n_{02} = C_2 \cdot V_2$ $n_{02} = 0,2,0,1$			كمية المادة	3	
	0,25	$n_{01} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$			$n_{02} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$					
	0,25	$\frac{n_{01}}{1} = \frac{n_{02}}{5} \Rightarrow \frac{3 \cdot 10^{-3}}{1} < \frac{20 \cdot 10^{-3}}{5}$			المزيج ليس ستوكيومتري					
	0,25									
1,25	0,25	$IO_3^- + 5I^- + 6H^+ = 3I_2 + 3H_2O$						جدول التقدم	4	
		$n_{01} = C_1 \cdot V_1$		$n_{02} = C_2 \cdot V_2$		/	0			+
		$n_{t1} = n_{01} - x_t$		$n_{t2} = n_{02} - 5x_t$		/	$n_t = 3x_t$			+
		$n_{f1} = n_{01} - x_f$		$n_{f2} = n_{02} - 5x_f$		/	$n_f = 3x_f$			+
	0,25	IO_3^- : المتفاعل المحد هو :			$x_{max} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		من جواب السؤال 3		x_{max}	
0,75	0,25	$n_{tI_2} = 3x_t$		$x_t = \frac{n_{tI_2}}{3}$	$x_t = \frac{[I_2]_t \cdot V_T}{3}$			العلاقة	5	

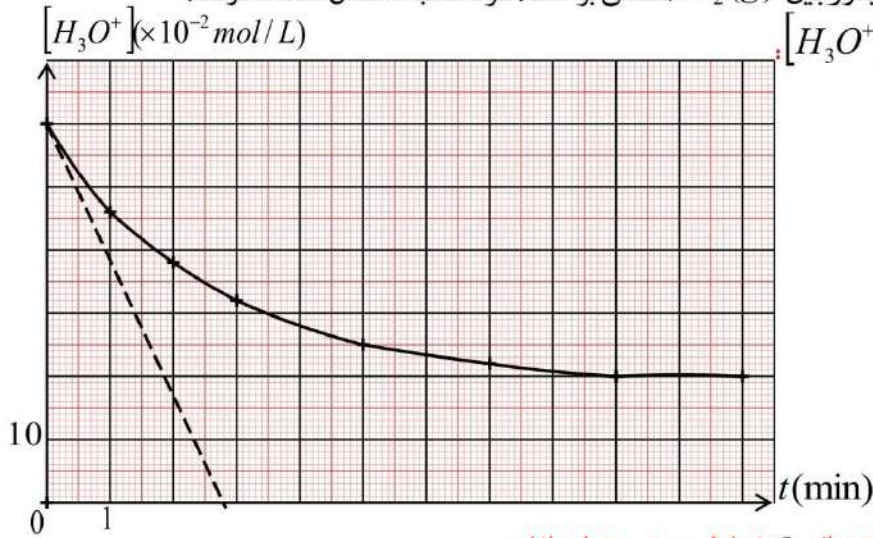
		$n_{tIO_3^-} = n_{0IO_3^-} - x_t$	$x_t = n_{0IO_3^-} - n_{tIO_3^-}$	$x_t = C_1 \cdot V_1 - [IO_3^-]_t \cdot V_T$			
	0,25	$\frac{[I_2]_t \cdot V_T}{3} = C_1 \cdot V_1 - [IO_3^-]_t \cdot V_T$		$[I_2]_t \cdot V_T = 3 \cdot C_1 \cdot V_1 - 3[IO_3^-]_t \cdot V_T$			
	0,25	$[I_2]_t = \frac{3 \cdot C_1 \cdot V_1}{V_T} - 3[IO_3^-]_t$	$[I_2]_t = \frac{3 \cdot C_1}{2} - 3 \cdot [IO_3^-]_t$				
II							
1,25	0,25	<p>- الهدف من إضافة الماء البارد والجليد هو إيقاف التفاعل - تسمى هذه العملية بالسقي (السقي الكيميائي) لا تؤثر على نقطة التكافؤ لأن إضافة الماء البارد يعني التمديد والتمديد تبقى فيه كمية المادة محفوظة</p> <p>صمغ النشاء كاشف لوني مناسب لليود حيث يغير لون ثنائي اليوم من اللون البني (الأسمر) إلى اللون الأزرق ، حيث يختفي اللون الأزرق عند بلوغ التكافؤ.</p> <p>هو المجال (النقطة) الذي تتساوى فيه كمية مادة المتفاعلات وفق الشروط الستوكيومترية</p>			أ- الهدف - التسمية - التأثير	1	
	0,25						ب - صمغ النشاء
	0,25						
1	0,25	$2S_2O_3^{2-} (aq) = S_4O_6^{2-} (aq) + 2e^-$	$I_{2(aq)} + 2e^- = I^- (aq)$	معادلة التفاعل	2		
	0,5	$I_{2(aq)} + 2S_2O_3^{2-} (aq) == 2I^- (aq) + S_4O_6^{2-} (aq)$				جدول التقدم	
		$n_0 = [I_2] \cdot V_0$	$n_0 = C \cdot V_E$	0			0
0,5	0,25	$\frac{n'_{I_2}}{\alpha} = \frac{n_{S_2O_3^{2-}}}{\beta}$	$n_{I_2} = \frac{C_3 \cdot V_E}{2}$	$n_{I_2} = 20 \cdot n'_{I_2}$	$n_{I_2} = 20 \cdot \frac{C_3 \cdot V_E}{2}$	العلاقة	3
	0,25	$n_{I_2} = 10 \cdot C_3 \cdot V_E$	$n_{I_2} = 3 \cdot x_t$	$x_t = \frac{n_{I_2}}{3}$	$x_t = \frac{10}{3} \cdot C_3 \cdot V_E$		
	0,5	0,25	$x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$ هو الزمن اللازم لبلوغ التفاعل نصف تقدمه النهائي				زمن نصف التفاعل
0,25		$t = t_{1/2} \Rightarrow V_E(t_{1/2}) = \frac{V_{Ef}}{2} = \frac{6 \text{ Cm}}{2} = 3 \text{ Cm}$ $t_{1/2} = 6 \text{ min}$ بالإسقاط :					
0,75	0,25	$V_{vol} = \frac{1}{V_T} \cdot \frac{dx}{dt}$ هي تغير تقدم التفاعل بدلالة في وحدة الحجم				السرعة الحجمية	5
	0,25	$v_{Vol} = \frac{1}{V_T} \cdot \frac{dx_t}{dt}$	$v_{Vol} = \frac{1}{V_T} \cdot \frac{d \frac{10 \cdot C_3 \cdot V_E}{3}}{dt}$	$v_{Vol} = \frac{10 \cdot C_3}{3 \cdot V_T} \cdot \frac{dV_E}{dt}$			
	0,25	$v_{Vol} = \frac{10 \cdot 0,02}{3 \cdot 0,2} \cdot \frac{dV_E}{dt}$	$v_{Vol}(t) = \frac{1}{3} \cdot \frac{dV_E}{dt}$				
0,5	0,25	$v_{Vol}(t=0) = \frac{1}{3} \cdot \frac{9 \cdot (4,5 \text{ Cm} - 0) \cdot 10^{-3}}{6 - 0} = 2,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L.min.}$				حساب السرعة	6
	0,25	$v_{Vol}(t=12) = \frac{1}{3} \cdot \frac{9 \cdot (4,6 \text{ Cm} - 2,6) \cdot 10^{-3}}{12 - 0} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L.min.}$					
0,25	0,25	$v_{Vol} = \frac{v_{Vol}(I^-)}{5}$	$v_{Vol}(I^-) = 5 \cdot v_{Vol} = 5,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L.min.}}$			استنتاج $v_{Vol}(I^-)$	7
0,25	0,25	السرعة تتناقص بمرور الزمن :				تطور السرعة	8
0,25	0,25	$v_{Vol}(t=12) < v_{Vol}(t=0)$				العامل الحركي	9
0,25	0,25	تناقص تركيز المتفاعلات بسبب استهلاكها يؤدي إلى تناقص التصادمات الفعالة بينها مما يؤدي إلى تناقص سرعة التفاعل				التفسير المجهري	10

حل التمرين 31 :

السفوح الأول :

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

2- أرسم للنحنى $[H_3O^+] = f(t)$:



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

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

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 للتفاعل المحد :

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

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

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

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

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

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

$$m_0 = 0,24 \text{ g}$$

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

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

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

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

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

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

الفوج الثاني:

1- تسمية العناصر للرقمة 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 للغاز $H_2(g)$ المتطلق .

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

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

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

3- جدول تقدم التفاعل:

الحالة	تقدم التفاعل بـ 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

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

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

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

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

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

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

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 $t = 0$:

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

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:

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

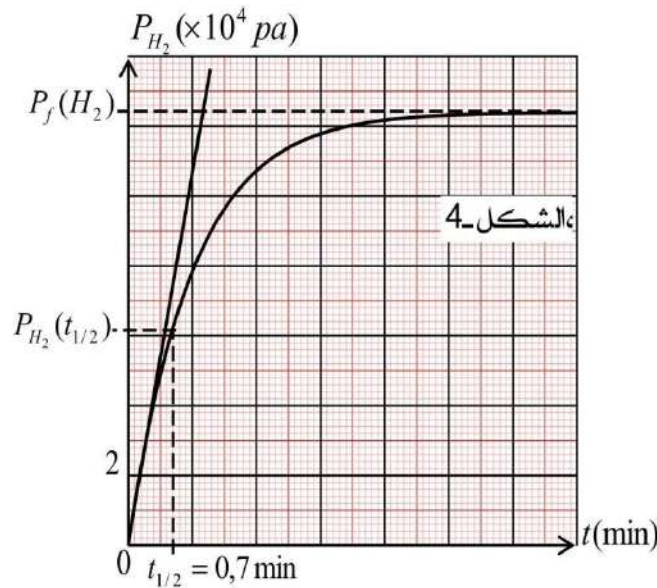
قيمة $t_{1/2}$ بيانيا مع التعليل :

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

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

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

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



المقارنة بين سرعة التفاعلين :

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

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 32 :

للزيج الأول: 1- تعريف كل من المؤكسد والأكسدة :

المؤكسد 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 $Red \rightarrow Ox + n e^-$

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

للمعادلة النصفية للأكسدة : $Al(s) \rightarrow Al^{3+}(aq) + 3e^-$: $(Al^{3+}(aq)/Al(s))$
للمعادلة النصفية للارجاع:

$2H_3O^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2H_2O(l)$: $(H_3O^+(aq)/H_2(g))$

2- أ- جدول تقدم التفاعل:

الحالة	تقدم التفاعل ب 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 الزيج ستكيومتري 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 الولي الابتدائي c لحمض كلور الماء:

نعلم أن الزيج ستكيومتري 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: $[H_3O^+]_0 = c = 750 mmol/L$

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

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

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

ولما $t = t_{1/2}$ نجد: $n_{H_3O^+}(t_{1/2}) = n_{02} - 6x(t_{1/2})$ ومنه: $[H_3O^+]_{1/2} V = n_{02} - 6x(t_{1/2})$

ونعلم أن: $x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2}$ ومنه: $[H_3O^+]_{1/2} V = n_{02} - 6 \frac{x_{\max}}{2}$

أي: $[H_3O^+]_{1/2} = \frac{n_{02} - 3x_{\max}}{V} \dots (1)$

ولما $t = t_f$ نجد: $n_{02} - 6x_{\max} = 0$ (لأن اللزيج ستكويومتري) أي: $x_{\max} = \frac{n_{02}}{6}$

وبالتعويض في (1) نجد: $[H_3O^+]_{1/2} = \frac{n_{02} - \frac{n_{02}}{2}}{V} = \frac{n_{02}}{2V}$ ومنه: $[H_3O^+]_{1/2} = \frac{cV}{2V}$

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

استنتاج قيمة $t_{1/2}$ بيانيا:

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

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

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

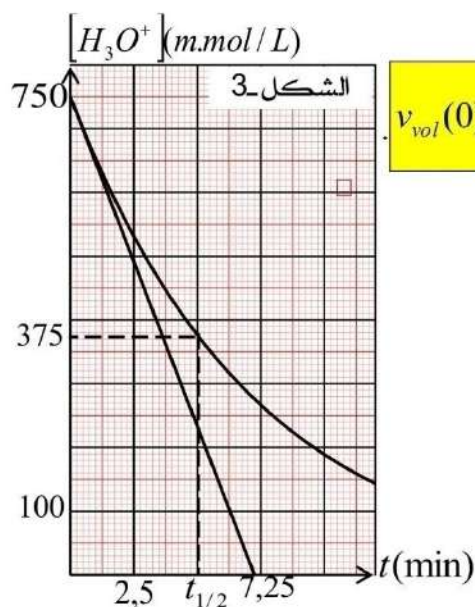
ولدينا من جدول تقدم التفاعل : $x(t) = \frac{n_{02} - n_{H_3O^+}(t)}{6}$ ومنه:

وبالتعويض في (I): $v_{vol}(t) = \frac{1}{V} \times \frac{d\left(\frac{n_{02} - n_{H_3O^+}(t)}{6}\right)}{dt}$ 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: $v_{vol}(0) = -\frac{1}{6} \times \frac{d[H_3O^+](t)}{dt} \Big|_{t=0} = -\frac{1}{6} \times \frac{\Delta[H_3O^+]}{\Delta t}$



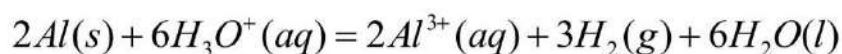
ت-ع:

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

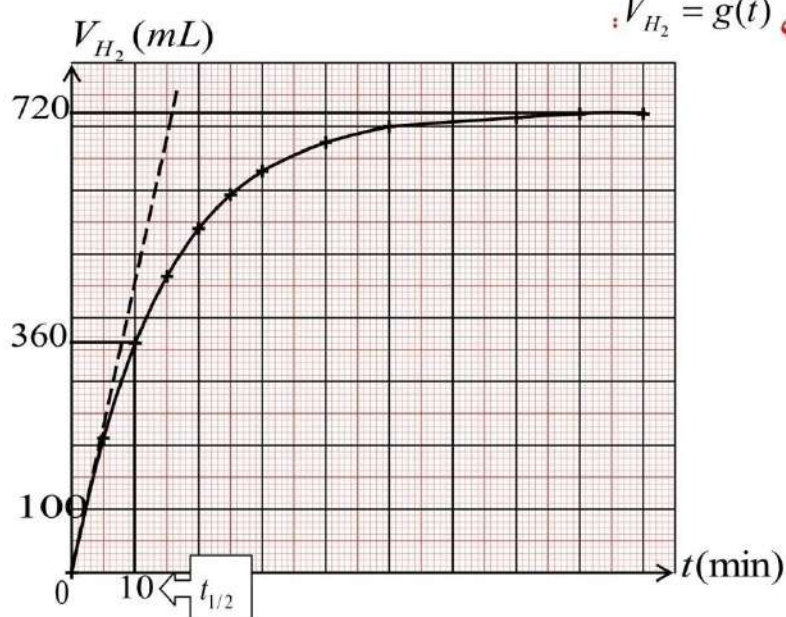
للزيج الثاني:

1-تسمية العناصر للشر إليها بلرقام في الشكل 3:

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



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



3 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}	$n_{02} = c'V$	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 : $n_f(H_2) = 3x_{\max}$

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

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

- تحديد للتفاعل المحد:

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

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

إذن: الألمنيوم موجود بالزيادة في نهاية التفاعل .

وبما أن التفاعل تام فإن هو المتفاعل المحد.

ج- استنتاج قيمة التركيز للولي c' :

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

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

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

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

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

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

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

$$V_{H_2}(t_{1/2}) = \frac{720}{2} = 360 \text{ mL}$$

$$V_{H_2}(t_{1/2}) = \frac{V_f(H_2)}{2} \text{ أي:}$$

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

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

نعلم أن:

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

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

ب- قيمة السرعة الحجمية الأعظمية:

أي حساب قيمتها لما $t = 0$.

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

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

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

للمقارنة بين نتائج المزيجين:

التركيز المولي	$v_{vol}(0) (\text{mol / L. min})$	$t_{1/2} (\text{min})$	
$c = 0,75 \text{ mol / L}$	$1,7 \times 10^{-2}$	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.

انتهى الجزء الثاني الخاص بالحلول النموذجية ،،

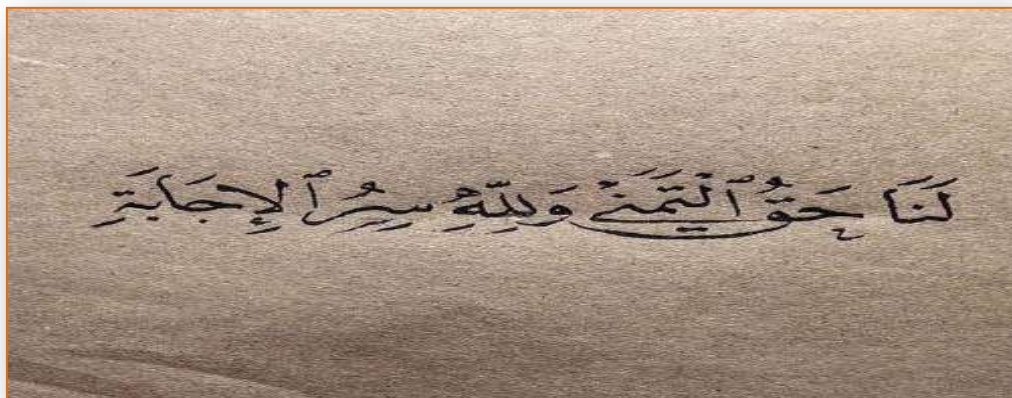
نتمنى الاستفادة بذلك القدر الذي نريده منكم يا نخبة العلم ،،

شعار العمل في هذا الموسم الدراسي 2024 / 2025 :

« تَعِبُ الْمُرَاجِعَةُ أَفْضَلُ مِنْ أَلَمِ السَّقُوطِ »

صناعة الطريق الذهبي نحو بكالوريا 2025

بالتوفيق و النجاح لجموع التلاميذ الشرفاء



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