

سلسلة : التتبع الزمني لتطور تحول كيميائي

jamil-rachid.iimdo.com

التمرين 1:

عند اللحظة $t = 0$ ، نصب في كأس حجما $V_1 = 100 \text{ ml}$ من محلول مائي لبرومات البوتاسيوم (K^+ , BrO_3^-) تركيزه $C_1 = 0,2 \text{ mol / L}$ وحجما $V_2 = 200 \text{ ml}$ لمحلول مائي لبرومور البوتاسيوم (K^+ , Br^-) تركيزه $C_2 = 0,05 \text{ mol / L}$ وقطرات من حمض الكبريتيك .

نعطي: المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل هما BrO_3^- / Br_2 و Br_2 / Br^- (أي أكتب أنصاف المعادلة ثم إستنتج المعادلة الحصيلة للتفاعل)



1. بين أن معادلة التفاعل تكتب على الشكل التالي :
 2. أنشئ الجدول الوصفي لهذا التفاعل
 3. عرف المؤكسد ثم بين النوع الكيميائي الذي يلعب دور المؤكسد في التفاعل
 4. عرف المختزل ثم بين النوع الكيميائي الذي يلعب دور المختزل في التفاعل
 5. أحسب كمية المادة البدئية لكل من أيونات البرومور Br^- وأيونات البرومات BrO_3^- الموجودة في الكأس
 6. هل الخليط البدئي استوكيومتري
- التفاعل الحاصل بطيء وكني ، نحدد بطريقة مناسبة كمية مادة ثنائي البروم Br_2 المتكون في لحظات مختلفة للخليط الاستوكيومتري

t (min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16
n (Br ₂) (mmol)	0	30	45	53	56	58	59	60	60
x (mmol)									

7. من خلال الجدول الوصفي حدد العلاقة التي تربط كمية مادة ثنائي البروم الناتج عند اللحظة t وتقدم التفاعل $x(t)$
8. اتمم الجدول محددا تقدم التفاعل في مختلف اللحظات
9. مثل المنحنى الذي يمثل تغيرات x بدلالة الزمن في ورق ميلمتري باستعمال السلم التالي :
10. عرف $t_{\frac{1}{2}}$ زمن نصف التفاعل ، ثم حدد قيمته
11. عبر عن التركيز المولي الفعلي لكل من الأنواع الكيميائية التالية : Br^- و Br_2 بدلالة تقدم التفاعل
12. أعط تعبير السرعة الحجمية للتفاعل ميرزا أسماء المقادير
13. أحسب السرعة الحجمية عند اللحظة $t = 0$ و $t = 12 \text{ min}$ ، ماذا تلاحظ
14. ما العامل المتحكم في ذلك ، إذا اعتبرنا أن التفاعل يتم تحت درجة حرارة ثابتة
15. عبر عن السرعة الحجمية للتفاعل بدلالة $\frac{d[Br_2]}{dt}$
16. بين أن السرعة الحجمية للتفاعل يمكن أن تكتب على الشكل التالي : $v(t) = -\frac{1}{5} \frac{d[Br^-](t)}{dt}$

jamil-rachid.iimdo.com

لتحضير محلول مائي لحمض الأوكساليك تركيزه $C_1 = 60 \text{ mmol / L}$ ، نذيب البلورات الصلبة لحمض الأوكساليك ذات الصيغة $(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4, 2\text{H}_2\text{O})$ في الماء المقطر . نعطي : $M(\text{H}) = 1 \text{ g / mol}$ ، $M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$ ، $M(\text{O}) = 16 \text{ g / mol}$

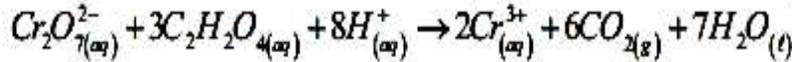
1. ما كتلة حمض بلورات حمض الأوكساليك اللازمة لتحضير S_1 من المحلول 100 ml
 - لتتبع تحول كيميائي بطيء لتفاعل حمض الأوكساليك $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ مع أيونات ثنائي كرومات $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. نقوم بمزج 50 ml من المحلول S_1 و 50 ml من المحلول S_2 لثنائي كرومات البوتاسيوم ذي تركيز مولي $C_2 = 16 \text{ mmol / L}$
 2. أحسب كمية مادة حمض الأوكساليك $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ البدئية
 3. أحسب كمية مادة ثنائي كرومات $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ البدئية
 4. أكتب المعادلة الحصيلة للتفاعل . نعطي المزدوجتين : $\text{CO}_2 / \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ و $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$
 5. إعط تعريف المؤكسد ثم بين النوع الكيميائي الذي يلعب دور المؤكسد في التفاعل
 6. إعط تعريف المختزل ثم بين النوع الكيميائي الذي يلعب دور المختزل في التفاعل
 7. أنجز جدول التقدم للتفاعل الكيميائي
 8. هل الخليط البدئي استوكيومتري
 9. أوجد التقدم الأقصى x_{max} لهذا التفاعل
 10. أوجد العلاقة بين التركيز $[\text{Cr}^{3+}](t)$ وتقدم التفاعل $x(t)$
- نحتفظ بدرجة حرارة ثابتة ، ونتبع تركيز الأيونات Cr^{3+} الناتجة عن التفاعل ، فنحصل على النتائج التالية :

t (s)	0	10	20	40	50	100	150	160	180
$[\text{Cr}^{3+}]$ (mmol / L)	0	2	5	8,8	10	14	15,6	16	16
x (mmol)									

11. إقترح طريقة تمكن من تتبع تطور هذا التفاعل ، علل جوابك
12. أرسم المنحنى الذي يمثل تغيرات $[\text{Cr}^{3+}]$ بدلالة الزمن مستعملا السلم : $1 \text{ cm} \rightarrow 20 \text{ s}$ و $1 \text{ cm} \rightarrow 2 \text{ mmol / L}$
13. أتمم الجدول السابق محددًا تقدم التفاعل في مختلف اللحظات
14. أوجد تعبير v السرعة الحجمية لهذا التفاعل بدلالة $[\text{Cr}^{3+}]$
15. أحسب سرعة التفاعل في اللحظتين $t = 0 \text{ s}$ و $t = 50 \text{ s}$
16. كيف تتغير السرعة الحجمية للتفاعل ، علل جوابك (م العامل الحركي المسؤول عن تيير سرعة التفاعل)
17. حدد تركيب الخليط عند اللحظات التالية : $t = 45 \text{ s}$ و $t = 180$

التمرين 3:

اختزال أيونات ثنائي كرومات $Cr_2O_7^{2-}$ بحمض الأوكساليك $C_2H_2O_4$ في وسط حمضي تحول كلي وبطيء معادلته الكيميائية:

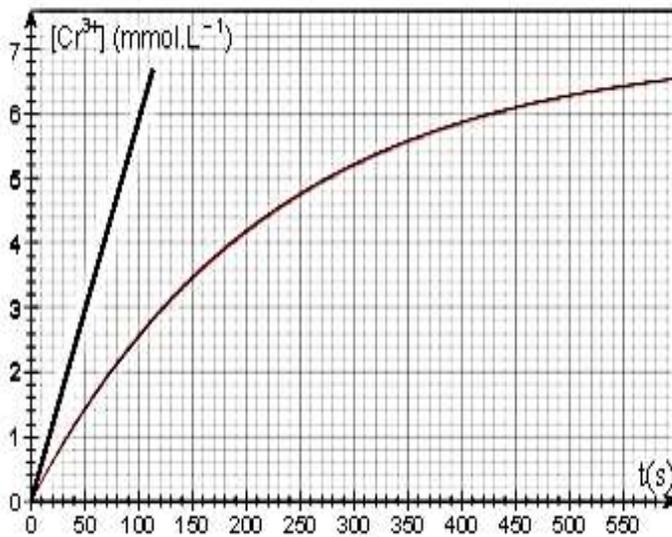


لدراسة هذا التحول نمزج حجما $V_1 = 50,0 mL$ من محلول حمض الأوكساليك تركيزه $C_1 = 2,1 \cdot 10^{-2} molL^{-1}$ مع

حجم $V_2 = 50,0 mL$ من محلول حمض لثنائي كرومات البوتاسيوم $(2K^+ + Cr_2O_7^{2-})$ تركيزه $C_2 = 1,1 \cdot 10^{-2} molL^{-1}$.

نتتبع هذا التحول بطريقة كيميائية تعتمد على أخذ عينات من الخليط التفاعلي حجمها ثابت خلال مدد زمنية متتالية لمعايرة أيونات الكروم Cr^{3+} في لحظات مختلفة عند درجة الحرارة $T = 15^\circ C$.

النتائج المحصل عليها مكنت من خط منحنى تغير تركيز أيونات الكروم $[Cr^{3+}]$ بدلالة الزمن t خلال 600s الأولى:



1. تحقق من أن كميات المادة البدئية لكل من حمض

الأوكساليك وأيونات ثنائي كرومات تساوي على

التوالي $n_1 = 1,05 mmol$ و $n_2 = 0,5 mmol$.

2. أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل. (ملا النموذج أسفله و

يرفق مع ورقة التحرير مستملا

الرموز: x_{max} و x ، n_2 ، n_1

3. حدد التقدم الأقصى (x_{max}) للتفاعل ثم استنتج اسم

وصيغة المتفاعل المحد.

كيف نوقف تجريبيا تطور تركيز أيونات الكروم Cr^{3+} عند أخذ

عينة من الخليط التفاعلي؟

4. بين أن السرعة الحجمية للتفاعل يمكن التعبير عنها بدلالة تركيز أيونات الكروم بالعلاقة: $v = \frac{1}{2} \frac{d[Cr^{3+}]}{dt}$ علما أن التحول الكيميائي

يتم في حجم ثابت $(V = V_1 + V_2)$.

5. أحسب السرعة الحجمية البدئية للتفاعل.

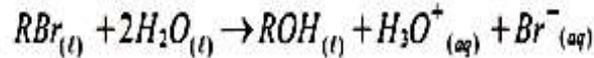
6. باعتمادك على الجدول الوصفي، أحسب التركيز النهائي $[Cr^{3+}]_f$ لأيونات الكروم Cr^{3+} .

7. بين أنه عند اللحظة $t = t_{1/2}$ (زمن نصف التفاعل) لدينا: $[Cr^{3+}]_{(t=t_{1/2})} = \frac{[Cr^{3+}]_f}{2}$ ثم جد قيمة $t_{1/2}$ مبياني موضحا الطريقة

المتبعة على الشكل أعلاه.

8. بين أنه يمكن التعبير عن السرعة الحجمية بالعلاقين: $v = -\frac{d[Cr_2O_7^{2-}]}{dt} = -\frac{1}{3} \frac{d[C_2H_2O_4]}{dt}$.

2- برومو-2 ميثيل بروبان، مركب عضوي سائل صيغته $(CH_3)_2CBr$ ، وللتبسيط نرمز له بـ RBr . يعطي هذا المركب مع الماء تفاعلا كليا يتم وفق المعادلة الحصيلة التالية:



المعطيات: كثافة RBr هي $d=0,87$ كتلته المولية هي $M(RBr)=137 \text{ g.mol}^{-1}$ ، الكثلة الحجمية للماء $\rho_{eau}=1 \text{ g.mL}^{-1}$ ، لتتبع حركية هذا التحول، نحضر في كأس خليطا يتكون من الحجم $V_1=1 \text{ mL}$ من RBr ومن كمية قليلة من المذيب البروبانول. نضيف إلى هذا الخليط الحجم $V_2=99 \text{ mL}$ من الماء المقطر، فيحدث تفاعل في الوسط التفاعلي ذي الحجم $V_S=V_1+V_2$.

نقيس G موصلية الوسط التفاعلي بواسطة مقياس الموصلية ثابتة خليته $K=10^{-2} \text{ m}$. يعطي المنحنى المعطى في الشكل أسفله، تطور الموصلية G بدلالة الزمن t .

(1) تحقق أن كمية مادة المركب RBr البدئية هي $n_0(RBr) \approx 6,35 \text{ mmol}$.

(2) احسب التقدم الأقصى x_m ، علما أن المركب RBr هو المتفاعل المحدد، و عين مبيانيا قيمة الموصلية القصوى G_m .

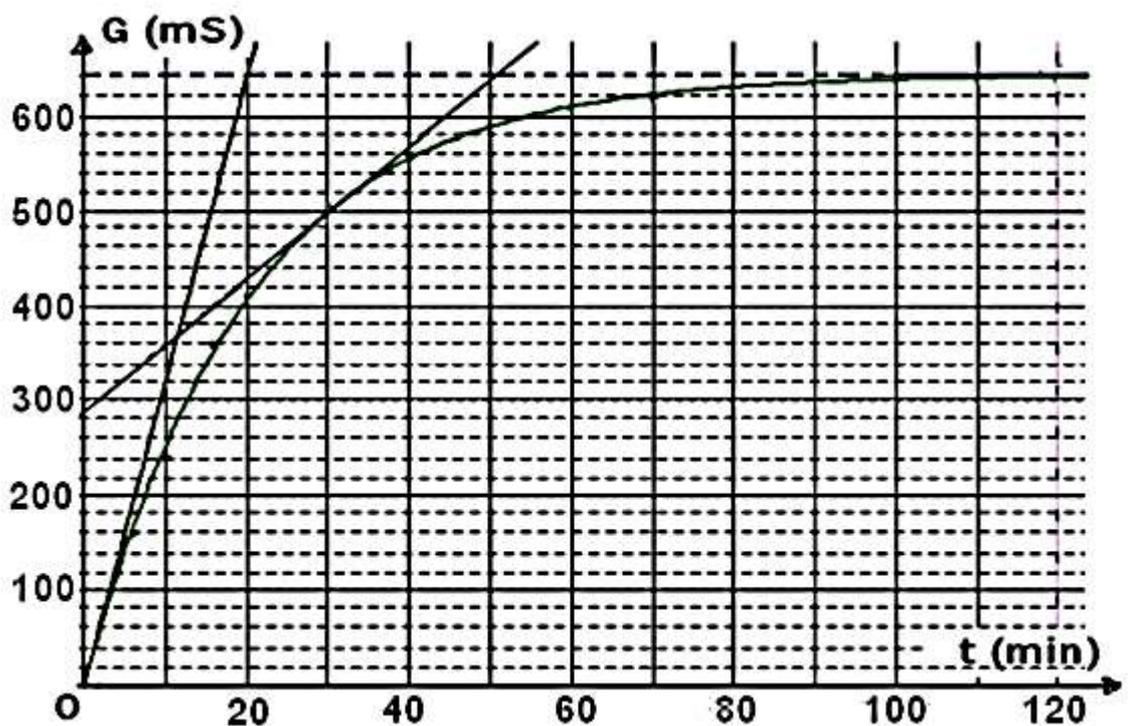
(3) أوجد تعبير الموصلية G ، عند اللحظة t ، بدلالة x تقدم التفاعل و K و V و λ_{Br^-} و $\lambda_{H_3O^+}$ الموصليتان الموليتان الأيونيتان.

(4) أثبت أن تقدم التفاعل يكتب على الشكل: $x = x_m \cdot \frac{G}{G_m}$.

(5) باستعمال تعريف السرعة الحجمية للتفاعل، بين أن: $v = 9,9 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{dG}{dt}$ ، حيث $G \rightarrow \text{mS}$ ، و $t \rightarrow \text{min}$ ، و $v \rightarrow \text{mmol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

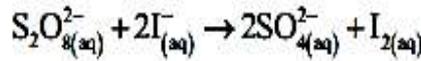
(6) احسب، مبيانيا، قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند كل من اللحظتين: $t_0=0 \text{ min}$ و $t_1=30 \text{ min}$.

(7) حدد قيمة $t_{1/2}$ زمن نصف التفاعل.



التمرين 5:

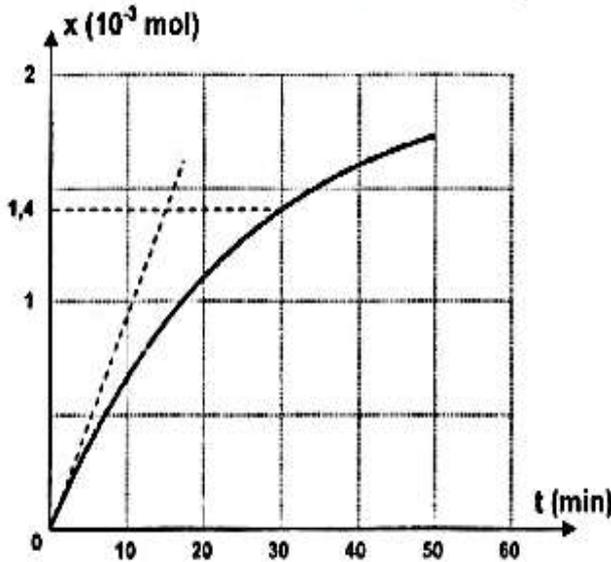
أكسدة أيونات اليودور I^- بأيونات ثيوكبريتات $S_2O_8^{2-}$ تفاعل كلي وبطيء نمذجته بالمعادلة التالية:



لدراسة هذا التحول، نمزج في لحظة
تركيزه $C_1 = 0,20 \text{ mol L}^{-1}$ مع حجم $V_1 = 40 \text{ mL}$ من محلول مائي ليودور البوتاسيوم
تركيزه $C_2 = 0,05 \text{ mol L}^{-1}$ مع حجم $V_2 = 40 \text{ mL}$ من محلول مائي لثيوكبريتات البوتاسيوم
في البداية يكون الخليط التفاعلي عديم اللون ثم يتغير إلى اللون الأصفر الفاتح ثم إلى الأصفر المشبع ثم إلى البني.

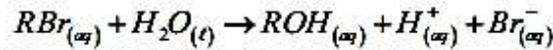
1. علل ظهور اللون الأصفر ثم البني في الخليط التفاعلي.
2. حدد المزدوجتين: مختزل / مؤكسد الداخلتين في التفاعل.
3. أحسب كميتي المادة البدئية لأيونات I^- و $S_2O_8^{2-}$ في الخليط نرمز لهما على التوالي ب n_1 و n_2 .
4. أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل.
5. حدد قيمة التقدم الأقصى x_{\max} واستنتج المتفاعل المحد.

النتائج المحصل عليها خلال 50mn الأولى، مكنت من خط منحنى تغير تقدم التفاعل بدلالة الزمن.



6. بين باعتمادك على المنحنى أن التفاعل لم ينقضي بعد مرور 30mn.
 7. أعط تركيب المجموعة الكيميائية بعد مرور 30mn.
 8. أحسب السرعة الحجمية البدئية للتفاعل.
 9. نعيد التجربة مرة ثانية باستعمال محلول يودور البوتاسيوم تركيزه $C_1' = 0,40 \text{ mol L}^{-1}$.
 10. حدد زمن نصف التفاعل.
- حدد معللا جوابك ما إذا كانت المقادير التالية ستتغير أم لا بالمقارنة مع التجربة الأولى:
- السرعة البدئية للتفاعل.
 - التقدم الأقصى للتفاعل.

2- برومو-2-مethyl بروبان $(CH_3)_3CBr$ الذي نرسم له بالرمز RBr ، يتفاعل مع الماء حسب المعادلة المنمجة الحاصلة:



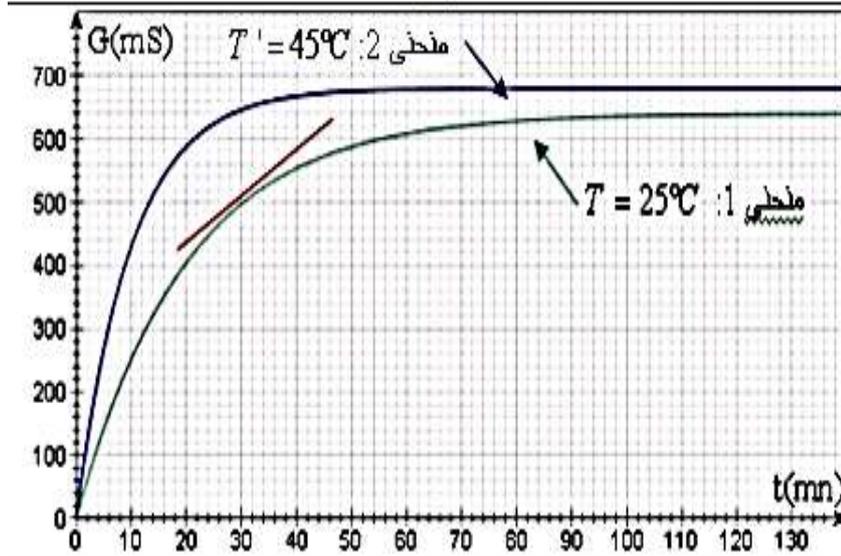
هذا التفاعل غير ممكن لكون 2- برومو-2-مethyl بروبان والماء سالان غير قابلان للامتزاج وبالتالي غياب التصادمات الفعالة بين المتفاعلين يجعل تكون النواتج شبه مستحيل.

غير أنه يمكن للتفاعل أن يتم قسريا باستعمال مذيب جيد للمتفاعلين مثل الأستون حيث نحصل على خليط متجانس يرفع من تردد التصادمات الفعالة وبالتالي تتكون نواتج من بينها أيونات يمكن تتبعها بقياس الموصلة.

لدراسة الحركية الكيميائية لهذا التفاعل، نحضر خليطا حجمه $V = 100\text{mL}$ يتكون من الماء الخالص و $V_{RBr} = 1,0\text{mL}$ من RBr وقليل من الأستون ثم نحرك الخليط ونقيس موصلة المحلول بمقياس الموصلة ثابتة خلية $k = 1,00 \cdot 10^{-2} m$ خلال مدد زمنية متتالية. النتائج المحصل عليها مكنت من خط المنحنى رقم 1 عند درجة الحرارة $T = 25^\circ\text{C}$

المنحنى $G = f(t)$

معطيات



كثافة RBr : $d = 0,87$

- الكتلة المولية لـ RBr :

$136,9\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

- الكتلة الحجمية للماء: $1\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$

1. أحسب كمية المادة البدئية n_0 لـ 2- برومو-2-مethyl بروبان.

2. أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل.

3. أعط تعبير الموصلة G في كل لحظة t بدلالة تقدم التفاعل x وثابتة الخلية k والموصلات المولية الأيونية λ_{Br^-} و λ_{H^+} .

4. أعط تعبير السرعة الحجمية للتفاعل بدلالة G ، λ_{Br^-} ، λ_{H^+} و k .

5. نعيد نفس التجربة عند درجة حرارة $T' = 45^\circ\text{C}$ فنحصل على منحنى رقم 2 ليس له نفس النهاية عندما نؤول t إلى $(+\infty)$. اشرح لماذا علما أن التحول كلي؟

6. حدد زمن نصف التفاعل بالنسبة لـ $T = 25^\circ\text{C}$ و لـ $T' = 45^\circ\text{C}$ ثم استنتج العامل الحركي الذي تم إبرازه.

7. جد تعبير G_{finale} بدلالة λ_{Br^-} ، λ_{H^+} ، k و n_0 .

8. باعتمادك على العلاقات المحصلة سابقا، بين أن: $x(t) = n_0 \cdot \frac{G(t)}{G_{finale}}$

9. أحسب السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $t = 30\text{mn}$ وعند درجة الحرارة $T = 25^\circ\text{C}$.