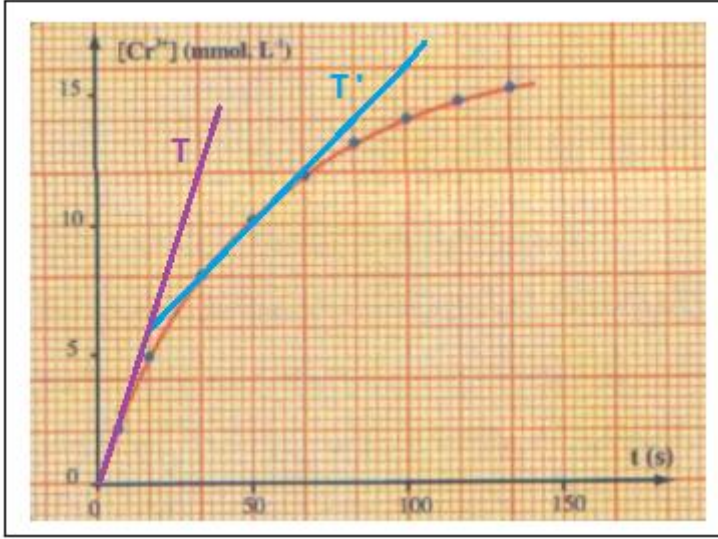


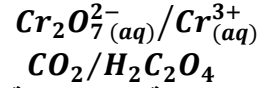
تمارين التتبع الزمني لتحول-سرعة التفاعل

تمرين 1:

نريد إنجاز مناولة تتطلب محلولاً S_1 لحمض الأوكساليك تركيزه 60 mmol.L^{-1} . نتوفر في المختبر على ميزان ذي دقة عالية والأواني الزجاجية اللازمة و المواد الكيميائية التالية: حمض الأوكساليك على شكل بلورات صيغته $(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4, 2\text{H}_2\text{O})$ وحمض الكبريتيك المركز والماء المقطر وحلول حمض لثاني كرومات البوتاسيوم تركيزه 7 mmol.L^{-1} .
1- ما هي كتلة بلورات حمض الأوكساليك اللازمة لتحضير 100 mL من المحلول S_1 ؟
صف طريقة العمل لتحضير المحلول S_1 .



2- ندرس التطور، بدلالة الزمن، لخليط مكون من 50 mL من محلول S_1 و 50 mL من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم.
1-2- أكتب معادلة التفاعل بين المزدوجتين:



نحتفظ بدرجة الحرارة ثابتة، وتتبع تركيز الأيونات Cr^{3+} الناتجة عن التفاعل، فنحصل على المنحنى التالي:

2-2- عرف السرعة الحجمية للتفاعل.
اكتب تعبير السرعة الحجمية بدلالة $[\text{Cr}^{3+}]$ تركيز أيونات Cr^{3+} .

2-3- حدد هذه السرعة عند اللحظتين $t = 0$ و $t = 50 \text{ s}$.
2-4- ما هو الحد الذي يؤول إليه تركيز الأيونات Cr^{3+} ؟
استنتج زمن نصف التفاعل.

2-5- فسر كيفياً، تغيرات السرعة الحجمية لهذا التفاعل خلال الزمن.

تمرين 2 :

في إطار موضوع يتعلق بعلم استكشاف المغارات، قرر تلاميذ السنة الثانية من سلك البكالوريا القيام برحلة علمية لاستكشاف مغارة إلا أنه من المحتمل مصادفة غاز ثنائي أوكسيد الكربون.
عندما تكون نسبة هذا الغاز مرتفعة، يتعرض المستكشف الى الاغماء داخل المغارة و من الممكن الى الموت.
ينتج ثنائي اوكسيد الكربون عن تأثير المياه الجارية الحمضية على كربونات الكالسيوم CaCO_3 الموجودة في الصخور الكلسية.
من أجل التعرف أكثر على هذا التفاعل اقترح أستاذ الكيمياء على تلاميذته دراسة هذا التفاعل.
معطيات:

- درجة حرارة المختبر خلال التجربة 25°C .

- الضغط الجوي: $P_{\text{atm}} = 1,02 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

- علاقة الغاز الكامل: $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

- ثابتة الغازات الكاملة: $R = 8,314 \text{ (S.I)}$

- الكتل المولية الذرية: $M(\text{Ca}) = 40 \text{ g/mol}$ ، $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$ ، $M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$ ، $M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$

- كثافة غاز بالنسبة للهواء: $d = \frac{M}{29}$ حيث أن M الكتلة المولية للغاز.

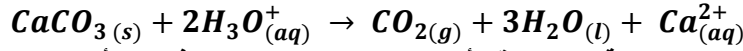
بداخل حوجة، ننجز التفاعل بين كربونات الكالسيوم وحمض الكلوريدريك. نتتبع تكون ثنائي أوكسيد الكربون بواسطة انتقال الماء داخل مخبر مدرج.

نصب في حوجة حجماً $V_S = 100 \text{ mL}$ من حمض الكلوريدريك تركيزه $C = 0,1 \text{ mol/L}$. عند اللحظة $t = 0$ نضيف إليه بسرعة الكتلة $m = 2,0 \text{ g}$ من كربونات الكالسيوم $\text{CaCO}_3(\text{s})$ ونشغل في نفس الوقت المقيت. نسجل بجدول القياسات قيم حجم ثنائي اوكسيد الكربون المحصل عليه خلال كل لحظة t . ضغط الغاز يساوي الضغط الجوي.

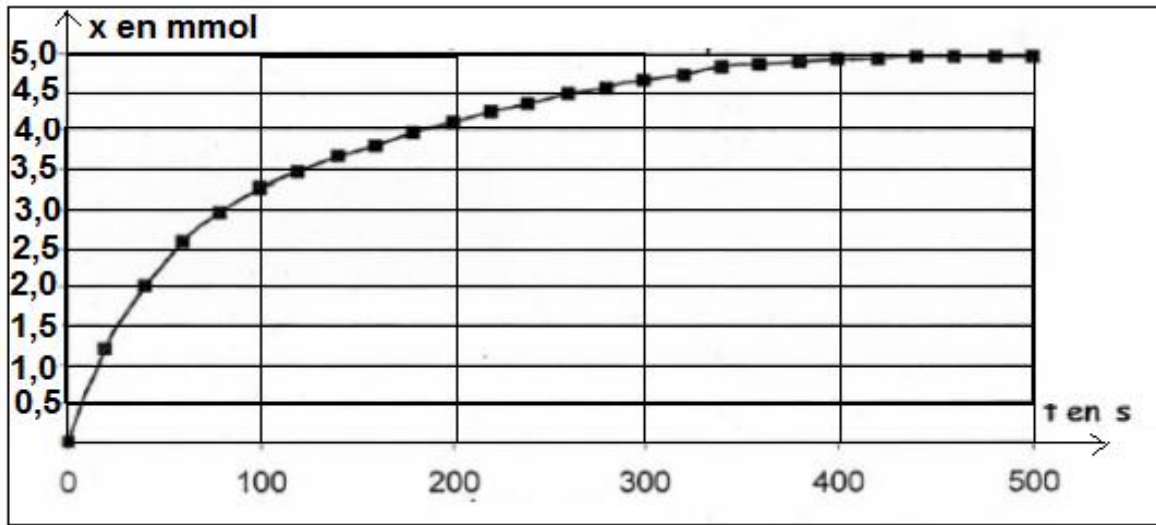
$t(s)$	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220
$V(CO_2)(mL)$	0	29	49	63	72	79	84	89	93	97	100	103

$t(s)$	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440
$V(CO_2)(mL)$	106	109	111	113	115	117	118	119	120	120	121

يمكن نمذجة التحول الكيميائي بالمعادلة الكيميائية التالية :



- 1- أحسب كثافة غاز ثنائي أوكسيد لكاربون بالنسبة للهواء . قي أي جزء من المغارة يمكن لهذا الغاز أن يتجمع ؟
- 2- أحسب كمية المادة البدنية لكل المتفاعلات .
- 3- أنشئ جدول التقدم للتفاعل . استنتج التقدم الأقصى x_{max} . ما هو المتفاعل المحد ؟
- 4-1- أوجد تعبير التقدم x عند اللحظة t بدلالة V_{CO_2} و T و P_{atm} و R . أحسب قيمته عند اللحظة $t = 20 s$.
- 4-2- أحسب الحجم القصوي الممكن الحصول عليه في شروط التجربة . هل هذا التفاعل كلي؟
- 5- تم حساب قيم x وحصلنا على التمثيل البياني ل $x = f(t)$ أنظر المبيان أسفله .



- 1-5- أعط تعبير السرعة الحجمية للتفاعل بدلالة التقدم x و الحجم V_S للمحلول . كيف تتغير السرعة الحجمية خلال الزمن ؟ علل جوابك من خلال المبيان .
- 2-5- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$. حدد مبيانيا قيمته .
- 6- درجة حرارة المغارة المراد استكشافها أصغر من $25^\circ C$.
- 6-1- ما هو تأثير انخفاض درجة الحرارة على السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$.
- 6-2- مثل على الشكل منحنى تطور التقدم x في هذه الحالة .
- 7- يمكن تتبع هذا التطور بقياس الموصلية σ للمحلول بدلالة الزمن .
- 7-1- أجرد الايونات المتواجدة في المحلول . حدد الايون الذي لا يتدخل في التفاعل وتركيزه يبقى ثابتا .
- 7-2- نلاحظ من خلال التجربة تناقص الموصلية . فسر بدون حساب هذه الملاحظة علما أن الموصلية المولية الايونية للايونات عند $25^\circ C$ هي :

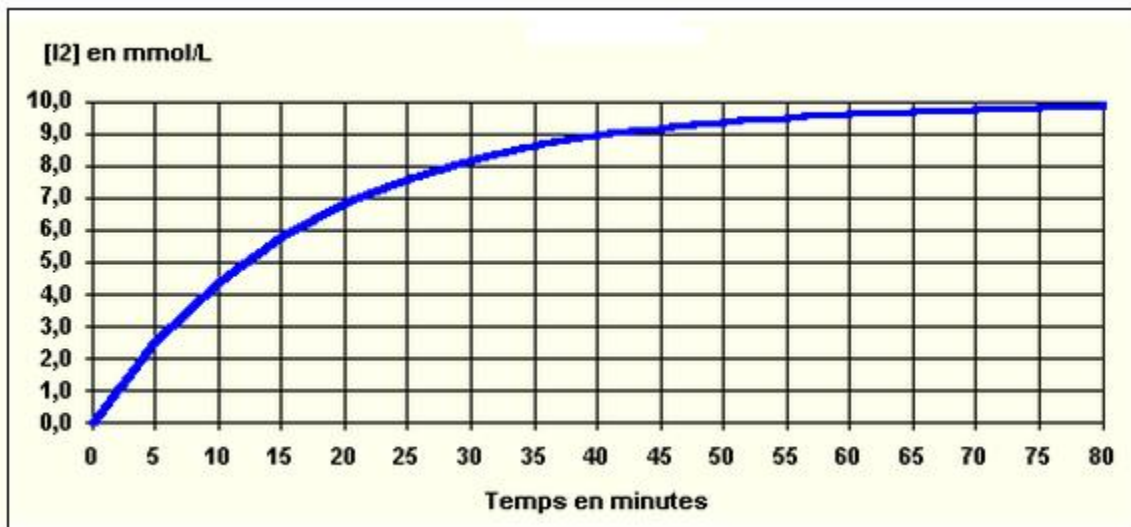
$$\lambda_{H_3O^+} = 35,0 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda_{Ca^{2+}} = 12,0 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda_{Cl^-} = 7,5 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$
- 7-3- أحسب σ_0 موصلية المحلول عند $t = 0$.
- 7-4- بين أن الموصلية σ مرتبطة بالتقدم x بالعلاقة : $\sigma = 4,25 - 580x$
- 7-5- أحسب موصلية المحلول عندما يصل التقدم الى قيمته القصوية .

تمرين 3:

- في اللحظة $t = 0$ نمزج حجما $V_1 = 500 \text{ mL}$ من محلول S_1 لبيروكسوكبريتات البوتاسيوم ($2K^+_{(aq)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)}$) ذي التركيز المولي $c_1 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ مع حجم $V_2 = 500 \text{ mL}$ من محلول S_2 ليودور البوتاسيوم ($K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)}$) ذي التركيز المولي $c_2 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. فنلاحظ تطور لون الخليط من الأصفر الى البني الداكن ، الشيء الذي يدل على تطور تركيز ثنائي اليود I_2 . أي أن تفاعل قد حدث بين المزدوجتين I_2/I^- و $S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}$.
- 1- أكتب معادلة التفاعل الاكسدة - اختزال .
 - 2- أحسب كمية مادة المتفاعلين واستنتج التركيز البدئي للمتفاعلين في الخليط .
 - 3- أنشئ جدول تقدم التفاعل واستنتج التقدم الأقصى .
 - 4- ما هي الطرق التي يمكن أن نتتبع بها المجموعة الكيميائية المدروسة ؟
 - 5- لتتبع تطور التفاعل ، نأخذ منه عينة في لحظات مختلفة حجمها $V_o = 10 \text{ mL}$ ، ونغمرها في الجليد الذائب . ثم نعاير ثنائي اليود المتكون خلال التحول الكيميائي بواسطة محلول ثيو كبريتات الصوديوم ($2Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}_{(aq)}$) ذي تركيز $c_r = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ ، فنحصل على المنحنى الذي يمثل تغيرات التركيز المولي $[I_2]$ بدلالة الزمن .



- 5-1- لماذا نبرد العينات في الجليد ؟
- 5-2- أكتب معادلة تفاعل المعايرة . نعطي المزدوجتين المتدخلتين في تفاعل المعايرة I_2/I^- و $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$.
- 6- أعط تعبير التراكيز المولية للمتفاعلات والنواتج بدلالة التقدم x .
- 7- كيف تتطور السرعة الحجمية خلال الزمن ؟ فسر هذا التطور .
- 8- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ وعين قيمته مبيانيا .
- 9- أعط تعبير السرعة الحجمية بدلالة تركيز ثنائي اليود . وعين قيمتها مبيانا في اللحظتين $t=0$ و $t=80 \text{ min}$.
- 10- ما هي العوامل الحركية التي تمكن من تغيير سرعة التفاعل ؟