

التتبع الزمني لتحول كيميائي - سرعة التفاعل

Suivi temporel d'une transformation chimique – vitesse de réaction

سلسلة التمارين

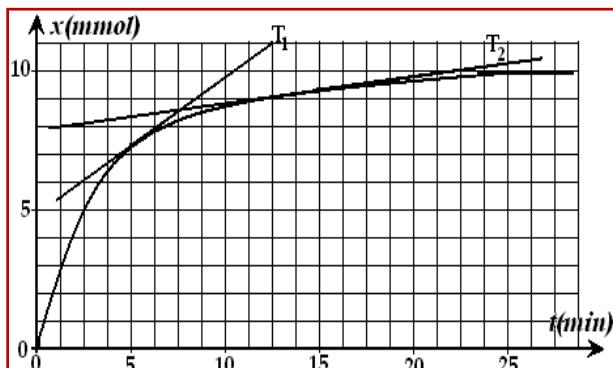
تمرين 1:

يتفاعل أحادي أكسيد الأزوت NO مع ثنائي البروم Br_{2(g)} وفق المعادلة : $2\text{NO}_{(g)} + \text{Br}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NOBr}_{(g)}$. عند الحالة البدئية تتكون المجموعة من 6 mol من أحادي أكسيد الأزوت و 4 mol من ثنائي البروم.

- (1) أنشئ الجدول الوصفي لتطور المجموعة. استنتاج التقدم الأقصى .
- (2) أجرد كميات المادة عند الوصول إلى زمن نصف التفاعل .

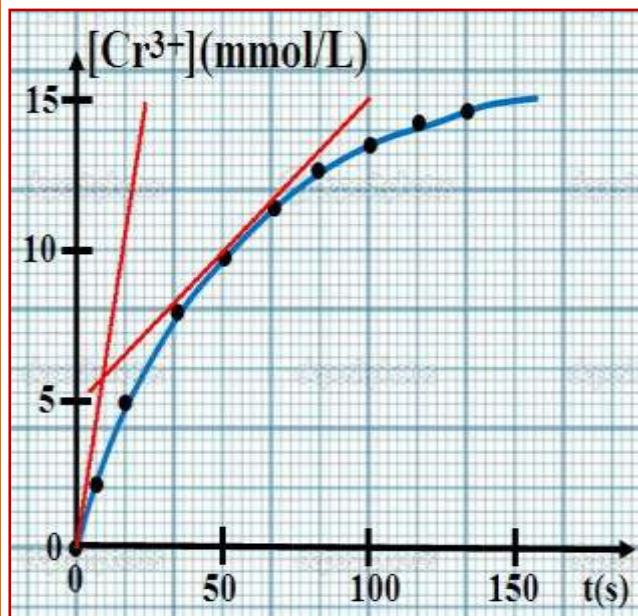
تمرين 2:

يمثل الشكل المقابل منحنى التطور الزمني للتحول الكيميائي، حيث تم التحول الموافق عند درجة حرارة ثابتة وفي حجم ثابت $V=1\text{L}$.



- (1) أعط تعبير سرعة التفاعل عند لحظة t .
- (2) حدد سرعة التفاعل عند اللحظة $t_1 = 5\text{ min}$ وعند اللحظة $t_2 = 15\text{ min}$.
- (3) كيف تتطور سرعة التفاعل خلال الزمن؟ فسر ذلك.
- (4) أعط تعريف زمن نصف التفاعل.
- (5) باستعمال المنحنى المقابل، حدد القيمة النهائية لتقدير التفاعل. استنتاج قيمة زمن نصف التفاعل بالنسبة لتحول المدروس.

تمرين 3:



لتتابع تطور التفاعل بين أيونات ثنائي الكرومات $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ وحمض الأوكساليك في وسط محمض بحمض الكبريتิก. نحضر محلولا S_1 لحمض الأوكساليك تركيزه $C_1 = 60\text{ mmol/l}$ ، بإذابة كتلة m من بلورات حمض الأوكساليك المميي $(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4, 2\text{H}_2\text{O})$ في حجم من الماء الخالص $V=100\text{ml}$.

نمزج حجما $V_1=50\text{ml}$ من المحلول S_1 و حجما $V_2=50\text{ml}$ من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم محمض تركيزه $C_2=16,7\text{ mmol/l}$.

- (1) أحسب كتلة بلورات حمض الأوكساليك المذابة ؟
- (2) أكتب معادلة التفاعل بين أيونات ثنائي الكرومات $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ و حمض الأوكساليك ، علما أن المزدوجتين المتداخلتين هما : $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$. ثم أجز جدول تطور التفاعل.
- (3) يمثل المنحنى أسفله تغيرات تركيز أيونات $[\text{Cr}^{3+}]$ بدلالة الزمن.
 - أ. أوجد تعبير السرعة الحجمية بدلالة تركيز $[\text{Cr}^{3+}]$ ، واستنتج مبيانا السرعة الحجمية للتفاعل عند كل من اللحظتين $t=0\text{s}$ و $t=50\text{s}$.
 - ب. عين زمن نصف التفاعل ، علما أن التفاعل كلي.
 - ج. أوجد تركيب المجموعة عند زمن نصف التفاعل.
 - (4) فسر كيفيا تغير السرعة الحجمية للتفاعل مع الزمن .

قبل الدخول إلى مغارة يقوم المستكشرون بقياس نسبة ثاني أكسيد الكربون خشية التعرض لطبقات من هذا الغاز الذي يسبب الإغماء أو الموت .

ينتج ثاني أكسيد الكربون عن تأثير الماء المحمض على كربونات الكالسيوم CaCO_3 الموجود في الطبقات الصخرية حسب المعادلة التالية: $\text{CaCO}_{3(s)} + 2\text{H}^+_{(aq)} \rightarrow \text{Ca}^{2+}_{(aq)} + \text{CO}_{2(g)}$

لتتابع تطور هذا التفاعل نمزج عند اللحظة $t = 0$ كتلة $m = 2\text{g}$ من CaCO_3 مع حجم $V_s = 100\text{mL}$ من حمض الكلوريد里ك تركيزه $C = 0,1 \text{ mol/L}$.

يعطي الجدول أسفله تغيرات حجم CO_2 المحصل عليه بدلالة الزمن.

t(s)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440
$V(\text{CO}_2)(\text{mL})$	0	29	49	63	72	79	84	89	93	97	100	103	106	109	111	113	115	117	118	119	120	120	121

المعطيات :

- الكتل المولية بـ $M(C)=12$ ، $M(H)=1$ ، $M(O)=16$ ، $M(\text{Ca})=40$: g/mol
- كثافة غاز بالنسبة للهواء $d = M/29$ حيث M الكتلة المولية للغاز.
- ثابتة الغازات الكاملة $R=8,314 \text{ SI}$.
- درجة حرارة المختبر خلال التجربة هي: 25°C .
- ضغط الغاز $P_{\text{gaz}} = P_{\text{atm}} = 1,02 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

(1) أحسب كثافة CO_2 بالنسبة للهواء . واستنتج موضع تجمع هذا الغاز في المغارة .

(2) حدد كميات المادة البدئية للمتفاعلات .

(3) ليكن x تقدم التفاعل:

أ. أنجز الجدول الوصفي وحدد التقدم الأقصى X_{max} محدداً المتقابل المد .

ب. أعط تعبير التقدم x عند لحظة t بدلالة T ، P_{atm} ، $V(\text{CO}_2)$ و R . أحسب قيمته عند اللحظة $t=20\text{s}$.

ج. حدد الحجم القصوي لغاز CO_2 المنتصاعد في ظروف التجربة .

(4) يمثل المنحنى التالي تغيرات x بدلالة الزمن:

أ. أعط تعبير سرعة التفاعل بدلالة التقدم

x والحجم V_s للمحلول .

ب. كيف تتغير سرعة التفاعل مع مرور الزمن مثلاً جوابك .

ج. أعط تعريف زمن نصف التفاعل ثم

حدد مبيانياً قيمته .

(5) علماً أن درجة حرارة المغارة أقل من 25°C :

أ. ما هو تأثير انخفاض درجة الحرارة

على سرعة التفاعل .

ب. مثل في المعلم السابق تغيرات x بدلالة الزمن في هذه الحالة .

(6) نقوم بتتابع التفاعل السابق بواسطة تغيرات موصلية محلول σ مع الزمن :

أ. أجرب الأيونات المتواجدة في محلول مبرزاً الأيون المتفرق الذي يبقى تركيزه ثابتاً .

ب. خلال التجربة، نلاحظ تناقص موصلية محلول ، فسر وبدون حساب سبب هذا التناقص علماً أن

الموصليات المولية الأيونية هي $\lambda(\text{H}^+) = 35 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ و $\lambda(\text{Ca}^{2+}) = 12 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ و $\lambda(\text{Cl}^-) = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

ج. أحسب موصلية محلول σ عند اللحظة $t = 0$.

د. بين أن موصلية محلول يمكن أن تكتب على الشكل التالي $\sigma = 4,25 - 580 \cdot x$

هـ. أحسب موصلية محلول عندما يأخذ التقدم قيمته القصوية

