

...
تمارين الكيمياء السلسلة 2
التتبع الزمن لتحول - سرعة التفاعل
الثانية بكالوريا علوم فيزيائية
2008 - 2007

تمرين 1 تتبع تحول كيميائي بالمعايرة

يباع محلول الماء الأوكسيجيني في الصيدليات ويستعمل كمطهر . إن الماء الأوكسيجيني يتحلل ببطء ، ليعطي ثنائي الأوكسيجين حسب التفاعل ذي المعادلة $2H_2O_2(aq) \rightarrow O_2(g) + 2H_2O(l)$.

لدراسة حركية تحلل الماء الأوكسيجيني نحضر في كأس حجما $V=100,0ml$ من محلول الماء الأوكسيجيني ، تركيزه $C=6,0 \cdot 10^{-2} mol/l$ عند $t=0$. وبطريقة مناسبة نعاير ، خلال الزمن ، تركيز الماء الأوكسيجيني المتبقي في المحلول . يعطي الجدول أسفله مجموعة نتائج محصلة خلال التجربة :

t(min)	0	5	10	15	20	25	30	40	60
$[H_2O_2]$ ($10^{-2}mol/l$)	6,0	4,7	3,8	3,0	2,3	1,8	1,5	0,90	0,28

- 1 - أنشئ جدول تطور تقدم التفاعل ، واستنتج علاقة بين $n_i(H_2O_2)$ كمية مادة الماء الأوكسيجيني عند $t=0$ و $n(H_2O_2)$ كمية مادة الماء الأوكسيجيني عند اللحظة t والتقدم x .
- 2 - أحسب x بالنسبة لمختلف اللحظات المسجلة في جدول القياسات .
- 3 - خط المبيان الممثل للدالة $x=f(t)$ باستعمال السلم :
 $5 \text{ min} \leftrightarrow 1 \text{ cm}$
 $0,5 \text{ mol} \leftrightarrow 1 \text{ cm}$
- 4 - حدد مبيانيا السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظتين $t=5 \text{ min}$ و $t=30 \text{ min}$. ماذا تستنتج ؟
- 5 - عين زمن نصف التفاعل ، علما أن هذا التفاعل كلي .

تمرين 2

يتفاعل كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ مع محلول حمض الكلوريدريك حسب المعادلة :



لدراسة حركية هذا التفاعل ، نصب في حوجلة ، تحتوي على كمية وافرة من كربونات الكالسيوم ، حجما $V_A=100ml$ من محلول حمض الكلوريدريك ذي التركيز $C=0,10 mol/l$. نقيس ضغط ثنائي أوكسيد الكربون الناتج بواسطة لاقط فرقي للضغط ، مرتبط بحوجلة بواسطة أنبوب مطاطي . يشغل الغاز حجما ثابتا $V = 1l$ عند درجة الحرارة $\theta = 25^\circ C$ أي $298K$. يعطي الجدول أسفله النتائج المحصلة .

t(s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$P(CO_2)(hPa)$	12,5	22,8	33,2	41,2	48,8	55,6	60,9	65,4	69,4	714,7

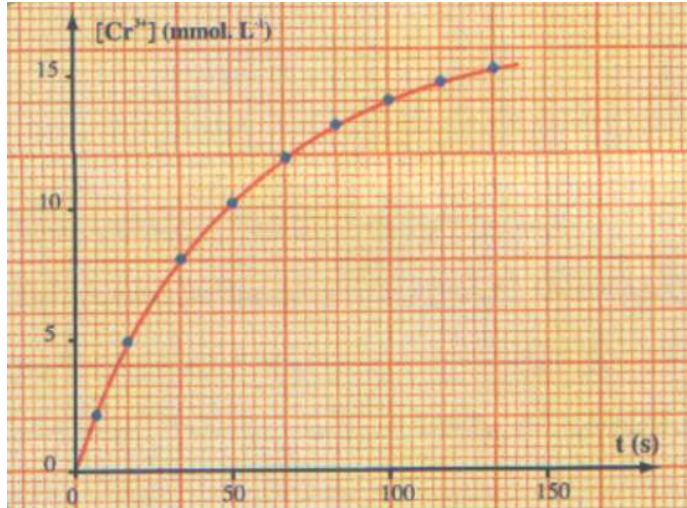
- 1 - بتطبيق علاقة الغازات الكاملة ، أحسب كمية مادة ثنائي أوكسيد الكربون $n(CO_2)$ عند كل لحظة .
- 2 - أنشئ جدول تطور التحول ، واستنتج العلاقة بين التقدم x و $n(CO_2)$.
- 3 - خط المبيان الممثل لتغيرات التقدم x بدلالة الزمن .
- 4 - عين السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظتين $t=0$ و $t=50s$. ماذا تستنتج ؟
- 5 - علما أن التفاعل كلي وأن الأيونات $H_3O^+(aq)$ تكون المتفاعل المحد ، عين :
أ - التقدم الأقصى x_{max}
ب - زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.
- 6 - اقترح طريقة أخرى تمكن من تتبع تطور هذا التفاعل . علل الجواب

تمرين 3

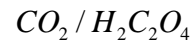
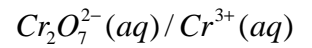
- نريد إنجاز مناولة تتطلب محلولاً S_1 لحمض الأوكساليك تركيزه $60mmol/l$. تتوفر في المختبر على ميزان ذي دقة عالية والأواني الزجاجية اللازمة . المواد الكيميائية التالية : حمض الأوكساليك على شكل بلورات صيغته $(H_2C_2O_4, 2H_2O)$ وحمض الكبريتيك المركز والماء المقطر ومحلول محمض لثنائي كرومات البوتاسيوم تركيزه $16,7mmol/l$.

- 1 - ما هي كتلة بلورات حمض الأوكساليك اللازمة لتحضير $100ml$ من المحلول S_1 ؟
صف طريقة العمل لتحضير المحلول S_1 .

2 - ندرس التطور ، بدلالة الزمن ، لخليط مكون بدئيا من 50ml من المحلول S₁ و 50ml من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم .



2 - 1 أكتب معادلة التفاعل بين المزدوجتين :



نحتفظ بدرجة الحرارة ثابتة ، وتتبع تركيز الأيونات Cr³⁺ الناتجة عن التفاعل ، فنحصل على المنحنى التالي :

2 - 2 عرف السرعة الحجمية V لهذا التفاعل .

ما هي العلاقة التي تربط V ب $\frac{d[Cr^{3+}]}{dt}$ ؟

2 - 3 حدد هذه السرعة عند اللحظتين t=0 و t=50s .

2 - 4 ما هو الحد الذي يؤول إليه تركيز الأيونات Cr³⁺ ؟

استنتج زمن نصف التفاعل .

2 - 5 فسر كيفيا ، تغيرات السرعة الحجمية لهذا

التفاعل خلال الزمن .

تمرين 4 (بكالوريا فرنسية)

في إطار مشروع متعدد الاختصاص حول موضوع يتعلق بعلم استكشاف المغارات . قرر تلاميذ السنة الثانية من سلك

بكالوريا القيام برحلة علمية لاستكشاف مغارة والتي من الممكن أن يصادفوا سحابة غاز ثنائي أوكسيد الكربون .

عندما تكون نسبته جد مرتفعة يؤدي ، داخل المغارة إلى للإغماء ومن الممكن إلى الموت . ينتج ثنائي أوكسيد

الكربون عن تأثير المياه الجارية الحمضية على كربونات الكالسيوم CaCO₃ الموجود في الصخور الكيلسية . 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 : $P_{atm} = 1,020.10^5 Pa$

- علاقة الغاز الكامل : $PV=nRT$

- ثابتة الغازات الكاملة $R=8,31SI$

- الكتل المولية الذرية : $M(C)=12g/mol, M(H)1g/mol, M(O)=16g/mol, M(Ca)=40g/mol$

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

بداخل حوجلة ، ننجز التفاعل بين كربونات الكالسيوم وحمض الكلوريدريك . نتبع تكون ثنائي أوكسيد الكربون

بواسطة انتقال الماء داخل مخبر مدرج .

نصب في حوجلة حجما V_S=100ml من حمض الكلوريدريك تركيزه 0,1mol/l. عند اللحظة t=0 ندخل بسرعة في

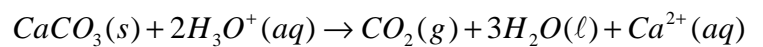
الحوجلة 2,0g من كربونات الكالسيوم CaCO₃(s) ونشغل في نفس الوقت الميقت . نسجل بجدول القياسات قيم

حجم ثنائي أوكسيد 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 بالمعدلة الكيميائية التالية :



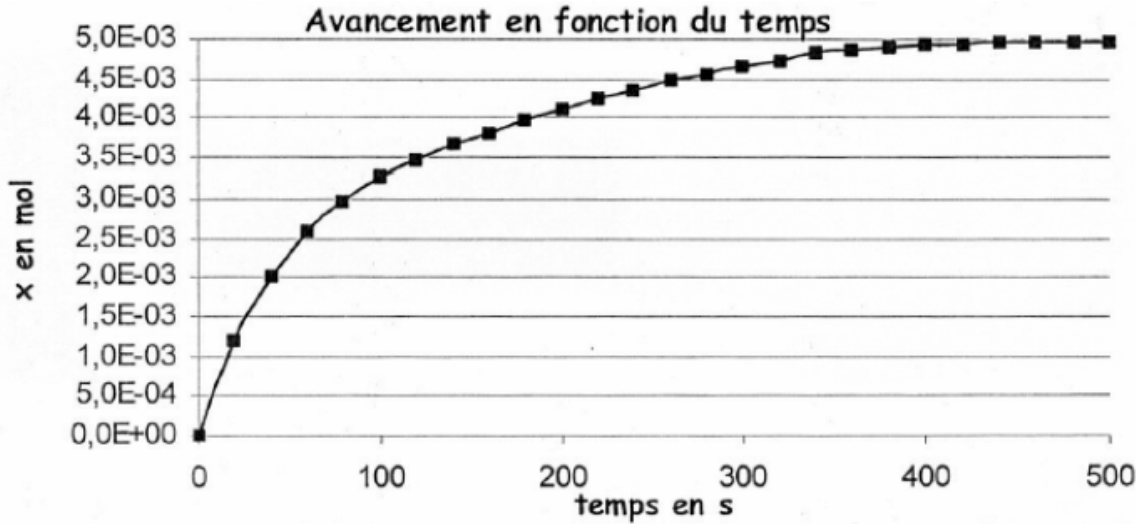
1 - أحسب كثافة غاز ثنائي أوكسيد الكربون بالنسبة للهواء . في أي جزء من المغارة يمكن لهذا الغاز أن يتجمع ؟

2 - أحسب كمية المادة البدئية لكل المتفاعلات .

3 - أنشئ جدول التقدم التفاعل . واستنتج التقدم الأقصى x_{max} . ما هو المتفاعل المحد ؟

4 - 1 أوجد تعبير التقدم x عند اللحظة t بدلالة V_{CO2} و T و P_{atm} و R . أحسب قيمته عند اللحظة t=20s

- 4 - 2 أحسب الحجم القسوي الممكن الحصول عليه في شروط التجربة . هل هذا التفاعل كلي ؟
5 - تم حساب قيم x وحصلنا على التمثيل المبياني ل $x=f(t)$ أنظر المبيان 1



- 5 - 1 أعط تعبير السرعة الحجمية للتفاعل بدلالة التقدم x والحجم V_S للمحلول . كيف تتغير السرعة الحجمية خلال الزمن ؟ علل الجواب من خلال المبيان .
- 5 - 2 عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$. حدد مبيانيا قيمته .
- 6 - درجة حرارة المغارة المراد استكشافها أصغر من 25°C
- 6 - 1 ما هو تأثير انخفاض درجة الحرارة على السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t=0$.
- 6 - 2 مثل شكل المنحنى تطور التقدم x في هذه الحالة .
- 7 - يمكن تتبع هذا التطور بقياس الموصلية σ للمحلول بدلالة الزمن .
- 7 - 1 أجرد الأيونات المتواجدة في المحلول . حدد الأيون الذي لا يتدخل في التفاعل وتركيزه يبقى ثابت
- 7 - 2 نلاحظ من خلال التجربة تناقص الموصلية . فشر بدون حساب هذه الملاحظة علما أن الموصلية الأيونية الحجمية للأيونات عند 25°C :
- $$\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35,0 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$$
- $$\lambda_{\text{Ca}^{2+}} = 12,0 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$$
- $$\lambda_{\text{Cl}^-} = 7,5 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$$
- 7 - 3 أحسب الموصلية σ للمحلول عند $t=0$.
- 7 - 4 بين أن الموصلية مرتبطة بالتقدم x بالعلاقة التالية : $\sigma = 4,25 - 580x$
- 7 - 5 أحسب موصلية المحلول بالنسبة للتقدم الأقصى .