

**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

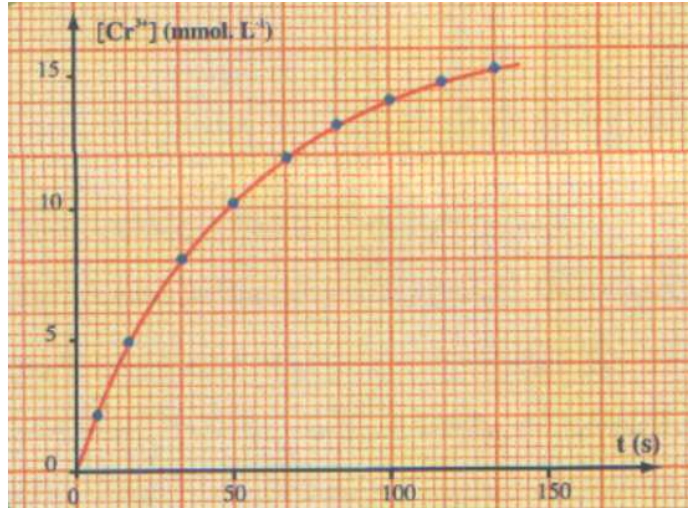
- 1 - بتطبيق علاقة الغازات الكاملة ، أحسب كمية مادة ثنائي أوكسيد الكربون  $n(CO_2)$  عند كل لحظة .
- 2 - أنشئ جدول تطور التحول ، واستنتج العلاقة بين التقدم  $x$  و  $n(CO_2)$  .
- 3 - خط المبيان الممثل لتغيرات التقدم  $x$  بدلالة الزمن .
- 4 - عين السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظتين  $t=0$  و  $t=50s$  . 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**

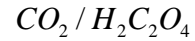
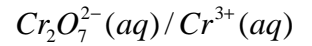
- نريد إنجاز مناولة تتطلب محلولاً  $S_1$  لحمض الأوكساليك تركيزه  $60 mmol/l$  . تتوفر في المختبر على ميزان ذي دقة عالية والأواني الزجاجية اللازمة . المواد الكيميائية التالية : حمض الأوكساليك على شكل بلورات صيغته  $(H_2C_2O_4, 2H_2O)$  وحمض الكبريتيك المركز والماء المقطر ومحلول محمض لثنائي كرومات البوتاسيوم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

- 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 S<sub>1</sub> و 50ml من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم .



2 - 1 أكتب معادلة التفاعل بين المزدوجتين :



نحتفظ بدرجة الحرارة ثابتة ، وتتبع تركيز الأيونات Cr<sup>3+</sup> 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 Cr<sup>3+</sup> ؟

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 CaCO<sub>3</sub> 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 .

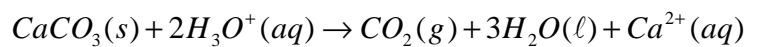
بداخل حوجلة ، ننجز التفاعل بين كربونات الكالسيوم وحمض الكلوريدريك . نتبع تكون ثنائي أوكسيد الكربون بواسطة انتقال الماء داخل مخبر مدرج .

نصب في حوجلة حجما V<sub>S</sub>=100ml من حمض الكلوريدريك تركيزه 0,1mol/l. عند اللحظة t=0 ندخل بسرعة في الحوجلة 2,0g من كربونات الكالسيوم CaCO<sub>3</sub>(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 <sub>2</sub> )(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 <sub>2</sub> )(ml)	106	109	111	113	115	117	118	119	120	120	121

يمكن نمذجة التحول الكيميائي بالمعدلة الكيميائية التالية :



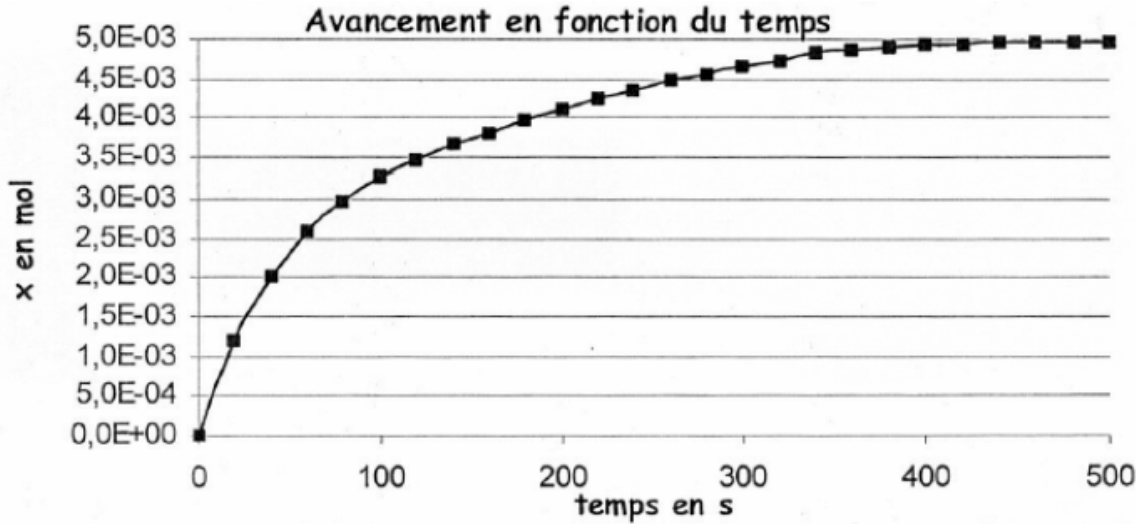
1 - أحسب كثافة غاز ثنائي أوكسيد الكربون بالنسبة للهواء . في أي جزء من المغارة يمكن لهذا الغاز أن يتجمع ؟

2 - أحسب كمية المادة البدئية لكل المتفاعلات .

3 - أنشئ جدول التقدم التفاعل . واستنتج التقدم الأقصى x<sub>max</sub> . ما هو المتفاعل المحد ؟

4 - 1 أوجد تعبير التقدم x عند اللحظة t بدلالة V<sub>CO2</sub> و T و P<sub>atm</sub> 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  $25^\circ\text{C}$
- 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  $\sigma$  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  $25^\circ\text{C}$  :
- $$\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35,0 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$$
- $$\lambda_{\text{Ca}^{2+}} = 12,0 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$$
- $$\lambda_{\text{Cl}^-} = 7,5 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$$
- 7 \_ 3 أحسب الموصلية  $\sigma$  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 .