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

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 $2H_2O_2(aq) \rightarrow O_2(g) + 2H_2O(\ell)$.

لدراسة حركية تحلل الماء الأوكسيجيني نحضر في كأس حجما V=100,0ml من محلول الماء الأوكسيجيني ، تركيزه $C=6,0.10^{-2}mol/l$ عند t=0 .

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 ـ 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 ـ أحسب x بالنسبة لمختلف اللحظات المسجلة في جدول القياسات .

3 ـ خط المبيان الممثل للدالة x=f(t) باستعمال السلم : $5\min \leftrightarrow 1cm$ و $0,5mol \leftrightarrow 1cm$

4 ـ حدد مبيانيا السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظتين t=5min و t=30min . ماذا تستنتج ؟

5 ـ عين زمن نصف التفاعل ، علما أن هذا التفاعل كلي .

تمرين 2

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

$$CaCO_3(s) + 2H_3O^+(aq) \rightarrow CO_2(g) + 3H_2O(\ell) + Ca^{2+}(aq)$$

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=0,10mol/l .

نقيس ضغط ثنائي أوكسيد الكربون الناتج بواسطة لاقط فرقي للضغط ، مرتبط بحوجلة بواسطة أنبوب مطاطي يشغل الغاز حجما ثابتا $V=1\ell$ عند درجة الحرارة $\theta = 25°C$ 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 ـ بتطبيق علاقة الغازات الكاملة ، أحسب كمية مادة ثنائي أوكسيد الكربون ($_2$ عند كل لحظة .

2 ـ أنشئ جدول تطور التحول ، واستنتج العلاقة بين التقدم x و $n(CO_2)$.

3 ـ خط المبيان الممثل لتغيرات التقدم x بدلالة الزمن .

4 ـ عين السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظتين t=0 و t=50s . ماذا تستنتج ؟

5 ـ علما أن التفاعل كلي وأن الأيونات $H_3O^+(aq)$ تكون المتفاعل المحد ، عين :

أ ـ التقدم الأقصى x_{max}

ب ـ زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

6 ـ اقترح طريقة أخرى تمكن من تتبع تطور هذا التفاعل . علل الجواب

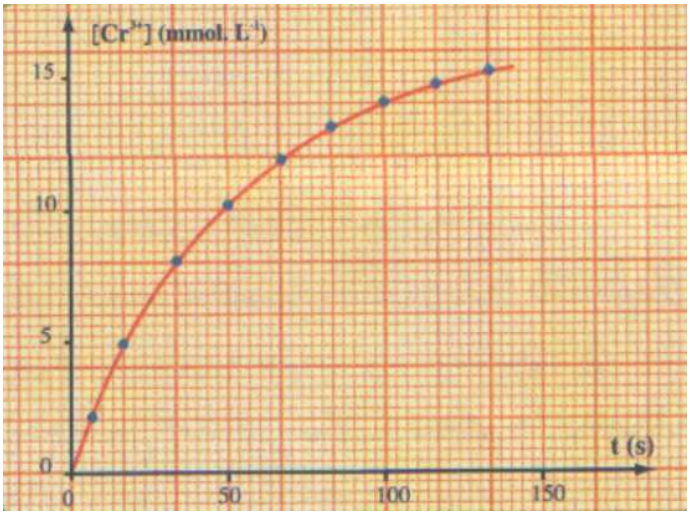
تمرين 3

ـ نريد إنجاز مناولة تتطلب محلولا S_1 لحمض الأوكساليك تركيزه 60mmol/l . نتوفر 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 ـ ما هي كتلة بلورات حمض الأوكساليك اللازمة لتحضير 100ml من المحلول S_1 ؟

صف طريقة العمل لتحضير المحلول S_1 .

2 ـ ندرس التطور ، بدلالة الزمن ، لخليط مكون بدئيا من 50ml من المحلول S_1 و 50ml من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم .



2 ـ 1 أكتب معادلة التفاعل بين المزدوجتين :

$$Cr_2O_7^{2-}(aq)/Cr^{3+}(aq)$$

$$CO_2/H_2C_2O_4$$

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

2 ـ 2 عرف السرعة الحجمية V لهذا التفاعل .

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

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

2 ـ 4 ما هو الحد الذي يؤول إليه تركيز الأيونات Cr^{3+} ؟ استنتج زمن نصف التفاعل .

2 ـ 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 يصادفو سحابة غاز ثنائي أوكسيد الكربون عندما تكون نسبته جد مرتفعة يؤدي ، داخل المغارة إلى للإ

الكربون عن تأثير المياه الجارية الحمضية على كربونات الكلسيوم $CaCO_3$ الموجود في الصخور الكيلسية . من أجل التعرف أكثر على هذا التفاعل اقترح أستاذ الكيمياء على تلاميذته دراسة هذا التفاعل

معطيات :

ـ درجة حرارة المختبر خلال التجربة 25°C

ـ الضغط الجوي : $P_{atm}=1,020.10^5 Pa$

ـ علاقة الغاز الكامل : PV=nRT

ـ ثابتة الغازات الكاملة R=8,31SI

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

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

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

نصب في حوجلة حجما V_S=100ml من حمض الكلوريدريك تركيزه 0,1mol/l. عند اللحظة t=o ندخل بسرعة في الحوجلة 2,0g من كربونات الكالسيوم $CaCO_3(s)$ 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 :

$$CaCO_3(s)+2H_3O^+(aq)\rightarrow CO_2(g)+3H_2O(\ell)+Ca^{2+}(aq)$$

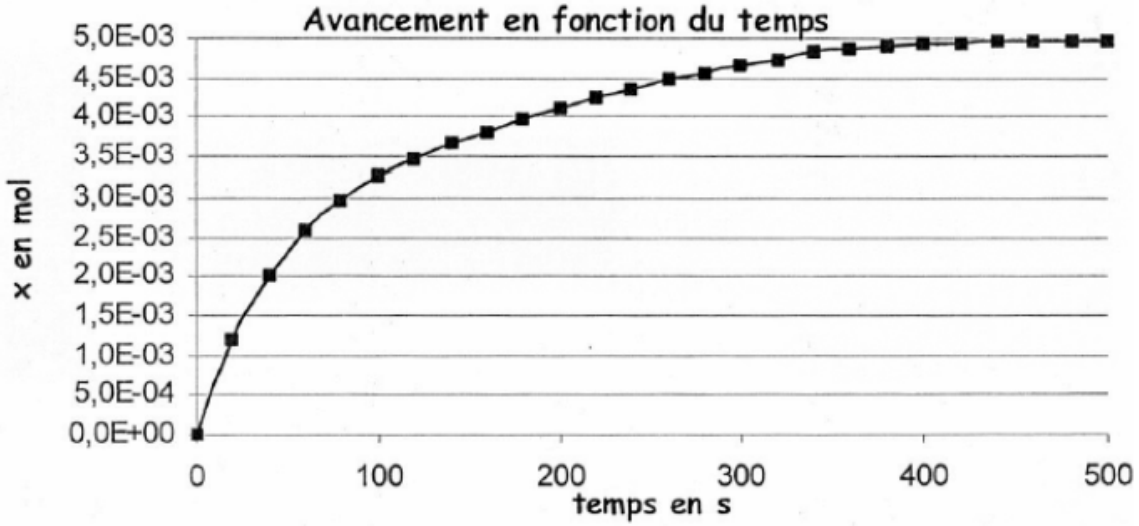
1 ـ أحسب كثافة غاز ثنائي أوكسيد الكربون بالنسبة للهواء . في أي جزء من المغارة يمكن لهذا الغاز أن يتجمع ؟

2 ـ أحسب كمية المادة البدئية لكل المتفاعلات .

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

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



5 ـ 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 ـ 2 عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$. حدد مبيانيا قيمته .
6 ـ درجة حرارة المغارة المراد استكشافها أصغر من 25°C
6 ـ 1 ما هو تأثير انخفاظ درجة الحرارة على السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة t=0 .
6 ـ 2 مثل شكل المنحنى تطور التقدم x في هذه الحالة .
7 ـ يمكن تتبع هذا التطور بقياس الموصلية σ للمحلول بدلالة الزمن .
7 ـ 1 أجرد الأيونات المتواجدة في المحلول . حدد الأيون الذي لايتدخل في التفاعل وتركيزه يبقى ثابت
7 ـ 2 نلاحظ من خلال التجربة تناقص الموصلية . فشر بدون حساب هذه الملاحظة علما أن الموصلية الأيونية الحجمية للأيونات عند 25°C :

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

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

$$\lambda_{C\ell^-} = 7,5 mS.m^2.mol^{-1}$$

7 ـ 3 أحسب الموصلية σ للمحلول عند t=0 .
7 ـ 4 بين أن الموصلية مرتبطة بالتقدم x بالعلاقة التالية : $\sigma = 4,25 - 580x$
7 ـ 5 أحسب موصلية المحلول بالنسبة للتقدم الأقصى .