

التمرين 01 (تجريبي)

تلقى مخبر الكيمياء لثانوية الدكتور بن زرجب بتلمسان السنة الماضية كمية من المواد الكيميائية، من بينها قارورتان للماء الأكسجيني (H_2O_2) مسجل عليهما: " (10V) ، يُحفظ في مكان بارد " . إن الإشارة 10V معناها هو : لو تفكك لتر واحد من الماء الأكسجيني تماما ، فإنه يعطي حجما من غاز الأكسجين قيمته $V(O_2) = 10 L$ مقاسا في الشرطين النظاميين لدرجة الحرارة والضغط . $V_M = 22,4 L \cdot mol^{-1}$. الماء الأكسجيني هو محلول شفاف .

استُهلكت إحدى القارورتين مع طلبة باكوريا 2020 ، وبقيت القارورة الثانية في المخبر من سبتمبر 2019 إلى غاية نوفمبر 2020 . في حصة أعمال تطبيقية قامت بها الأستاذة بن صفيّة هناء ابتسام مع فوج من تلاميذها ، حيث كانت تعليمات الوقاية من كوفيد – 19 مطبقة بدقة ، أرادت أن تبيّن للتلاميذ تأثير العوامل الحركية على سرعة تفاعل كيميائي من خلال المتابعة الزمنية لتحوّل كيميائي . قائمة المواد الكيميائية والزجاجيات المقترحة :

- قارورة الماء الأكسجيني السابقة

- محلول مائي لبرمنغنات البوتاسيوم تركيزه المولي $C' = 0,05 mol/L$

- حمض الكبريت المركز

- الماء المقطر

- حوجلات عيارية : 500 mL ، 100 mL ، 50 mL

- ماصات عيارية : 20 mL ، 10 mL ، 5 mL

- بياشر

- سخاحة مدرّجة



حضّر التلاميذ محلولاً S_1 للماء الأكسجيني انطلاقا من المحلول الموجود في القارورة تركيزه المولي $C_1 = \frac{C_0}{100}$ وحجمه 0,5 L ، حيث C_0 هو التركيز المولي للماء الأكسجيني في القارورة .

شكل التلاميذ مزيجين متمثلين : M_1 و M_2 ، حيث كل مزيج يتألف من حجم $V_1 = 100 mL$ من المحلول S_1 وحجم من محلول S_2 ليود البوتاسيوم (K^+, I^-) قدره $V_2 = 60 mL$ وتركيزه المولي $C_2 = 0,5 mol/L$.

يجري التفاعل في المزيج M_1 في الدرجة θ_1 ، ويجري التفاعل في المزيج M_2 في الدرجة $\theta_2 > \theta_1$. يبدأ التفاعل في المزيجين عند اللحظة $t = 0$.

تابع التلاميذ تطور التفاعل عن طريق معايرة ثنائي اليود الناتج في عينات من المزيج M_1 . حصلوا على النتائج المدوّنة في الجدول .

$t(mn)$	0	5	10	20	30	40	50	60	70	75
$[I_2] (mmol/L)$	0	1,06	1,87	2,81	3,25	3,50	3,62	3,69	3,75	3,75

1 – اكتب معادلة التفكك الذاتي للماء الأكسجيني . الثنائيتان هما : O_2/H_2O_2 و H_2O_2/H_2O .

2 – أنشئ جدول التقدّم لتفاعل التفكك الذاتي للماء الأكسجيني لحجم V من القارورة .

3 – اكتب معادلة تفاعل الماء الأكسجيني مع محلول يود البوتاسيوم ، ثم أنشئ جدول التقدّم . (الشاردة K^+ لا تتفاعل) . لدينا الثنائية I_2/I^- .

4 – في نهاية تفاعل الماء الأكسجيني مع يود البوتاسيوم نجد أن الماء الأكسجيني قد تفاعل كله .

أ / ما هي الزجاجيات المستعملة في عملية التخفيف السابقة ؟

ب / احسب التركيز المولي للمحلول S_1 ، ثم استنتج قيمة C_0 .

5 – احسب التركيز المولي النظري للماء الأكسجيني في القارورة . هل شروط حفظ قارورة الماء الأكسجيني كانت مطبقة ؟

6 – حدّد زمن نصف التفاعل .

7 – احسب السرعة المتوسطة الحجمية لاختفاء الماء الأكسجيني بين اللحظتين $t_1 = 10 mn$ و $t_2 = 30 mn$.

8 – في نهاية التفاعل في المزيج M_2 : نجد $[I_2] = 3,75 mmol/L$ ، $[I_2] < 3,75 mmol/L$ ، $[I_2] > 3,75 mmol/L$. اختر الجواب الصحيح مع التعليل المختصر .

9 – في المزيج M_2 : السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 10 mn$ تكون أصغر ممّا في المزيج M_1 في نفس اللحظة . هل هذا صحيح ؟

10 – كلفت الأستاذة أحد التلاميذ التأكد من التركيز المولي للماء الأكسجيني في القارورة عن طريق معايرته بواسطة محلول برمنغنات البوتاسيوم السابق . أخذ التلميذ من القارورة حجما $V_p = 5 mL$ ، ووضعه في بيشر وأضاف له حجما من الماء قدره $9V_p$ ، ثم ملأ السحاحة بمحلول برمنغنات البوتاسيوم .

فتح السحاحة لإضافة المحلول المؤكسد تدريجيا . الثنائية هي MnO_4^-/Mn^{2+} (الشاردة MnO_4^- بنفسجية ، و Mn^{2+} شفافة)

أ / كيف يحدّد هذا التلميذ الحجم اللازم للتكافؤ ؟

ب / إن الحجم اللازم للتكافؤ هو $V_E = 24 mL$.

- اكتب معادلة تفاعل المعايرة .

- احسب التركيز المولي للماء الأكسجيني الذي عايره التلميذ ، ثم استنتج التركيز المولي للماء الأكسجيني في القارورة .

التمرين 02

لدينا محلولان مائيان ، أحدهما S_1 لحمض الأوكزاليك ($C_2H_2O_4$) حجمه $V_1 = 100 \text{ mL}$ وتركيزه المولي C_1 ، والآخر لثنائي كرومات البوتاسيوم ($2K^+, Cr_2O_7^{2-}$) حجمه $V_2 = 100 \text{ mL}$ وتركيزه المولي C_2 محمض بقطرات من حمض الكبريت المركز .

نمزج المحلولين عند اللحظة $t = 0$ في بيشر . حجم المزيج المتفاعل هو $V_T = 200 \text{ mL}$ في الوثيقة المرفقة يوجد التمثيل البياني لتركيزي شوارد الكروم وحمض الأوكزاليك بدلالة الزمن .

1 - اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة وللإرجاع ، ثم معادلة الأكسدة - إرجاع . الثنائيتان هما : $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$ و $CO_2, H_2O/C_2H_2O_4$.
2 - أنشئ جدول تقدم التفاعل .

3 - أنسب كل بيان للتركيز الموافق ، مع التعليل .

4 - احسب قيمة التقدم الأعظمي .

5 - احسب قيمة التركيز المولي C_1 بطريقتين .

6 - كم يجب أن تكون قيمة C_2 لكي يكون لدينا مزيج متفاعل في شروط ستوكيومترية ؟

7 - حدّد زمن نصف التفاعل .

8 - احسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 4 \text{ mn}$ باستعمال

البيان (1) ، ثم باستعمال البيان (2) .

9 - حدّد التركيب المولي للمزيج المتفاعل عند زمن نصف التفاعل .

