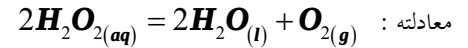


الوحدة الأولى : تطور كميات المتفاعلات والنواتج خلال تحول كيميائي في محلول مائي	السنة الثالثة ثانوي
تمارين الوحدة الأولى من مواضيع شهادة التعليم الثانوي	شعبة العلوم التجريبية - رياضيات - تقني رياضيات

علوم تجريبية 2008

التمرين الأول :

ندرس تفكك الماء الأوكسجيني (H_2O_2) ، عند درجة حرارة ثابتة $\theta = 12^\circ C$ ، وفي وجود وسيط مناسب . نمذج التحول الكيميائي الحاصل بتفاعل كيميائي



(نعتبر أن حجم المحلول يبقى ثابتا خلال مدة التحول ، وأن الحجم المولي للغاز في شروط التجربة ، $V_M = 24 L.mol^{-1}$)

نأخذ في اللحظة $t = 0$ حجما $V_S = 500 mL$ من الماء الأوكسجيني تركيزه المولي الابتدائي $[H_2O_2]_0 = 8,0 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$.

نجمع ثنائي الاوكسجين المتشكل ونقيس حجمه (V_{O_2}) تحت ضغط ثابت كل أربع دقائق ، ونسجل النتائج كما في الجدول التالي :

$t(\text{min})$	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
$V_{O_2} (mL)$	0	60	114	162	204	234	253	276	288	294	300
$[H_2O_2] mol.L^{-1}$											

1. أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل الكيميائي الحاصل .

2. اكتب عبارة التركيز المولي للماء الأوكسجيني في اللحظة t بدلالة : V_{O_2} ، V_M ، V_S ، $[H_2O_2]_0$.

3. أ- أكمل الجدول السابق .

ب- أرسم المنحنى البياني $[H_2O_2] = f(t)$ باستعمال سلم رسم مناسب .

ج- اعط عبارة السرعة الحجمية للتفاعل الكيميائي .

د- احسب سرعة التفاعل الكيميائي في اللحظتين $t_1 = 16 \text{ min}$ و $t_2 = 24 \text{ min}$. واستنتج كيف تتغير سرعة التفاعل مع الزمن .

هـ- عين زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ بيانيا .

4. إذا أجريت التجربة السابقة في الدرجة $\theta' = 35^\circ C$ ، ارسم كيفيا شكل منحنى تغير $[H_2O_2]$ بدلالة الزمن على البيان السابق مع التبرير . تحول الكيميائي .

الحل المفصل

1. إنشاء جدول تقدم التفاعل .

الكمية الابتدائية لمادة الماء الأوكسجيني هي :

$$n = [H_2O_2]_0 \cdot V_S = 8,0 \times 10^{-2} \times 0,5$$

$$n = 4 \times 10^{-2} mol$$

2. كتابة عبارة التركيز المولي للماء الأوكسجيني في

اللحظة t بدلالة : V_{O_2} ، V_M ، V_S ، $[H_2O_2]_0$.

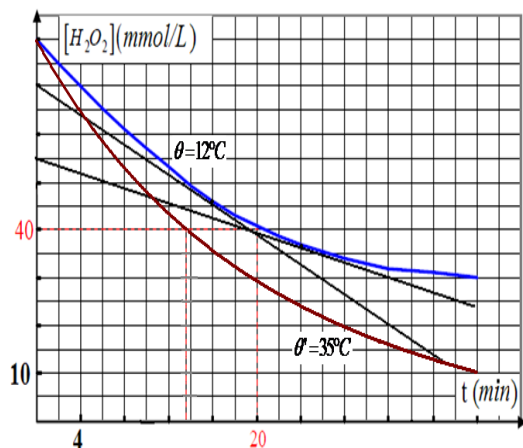
$$[H_2O_2] = \frac{n_{i(H_2O_2)} - 2x(t)}{V_S} = [H_2O_2]_0 - 2 \cdot \frac{x(t)}{V_S} \quad \text{وبالتالي} \quad n_{(H_2O_2)}(t) = n_{i(H_2O_2)} - 2x(t)$$

$$[H_2O_2] = [H_2O_2]_0 - \frac{2}{V_S \cdot V_M} \cdot V_{O_2} \quad \text{ومنه} \quad n(O_2) = \frac{V_{O_2}}{V_M} = x \quad \text{ومن جهة أخرى} :$$

3. أ- تكمل الجدول .

$$[H_2O_2] = 8,0 \times 10^{-2} - \frac{1}{6} \cdot V_{O_2} \quad \text{ومنه} \quad [H_2O_2] = 8,0 \times 10^{-2} - \frac{2}{0,5 \times 24} \cdot V_{O_2}$$

$t(\text{min})$	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
$[H_2O_2] \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$	8,0	7,0	6,1	5,3	4,6	4,1	3,8	3,4	3,2	3,1	3,0



ب- رسم المنحنى البياني $[H_2O_2] = f(t)$ باستعمال سلم رسم مناسب .

أنظر الشكل المقابل

ج- إعطاء عبارة السرعة الحجمية للتفاعل الكيميائي .

تعطى عبارة السرعة الحجمية للتفاعل : $v_{vol} = \frac{1}{V_s} \cdot \frac{dx}{dt}$ ،

ومن جهة أخرى لدينا : $\frac{d[H_2O_2]}{dt} = \frac{1}{V_s} \frac{d}{dt}(n-2x) = -\frac{2}{V_s} \frac{dx}{dt}$

ومنه : $v_{vol} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{d[H_2O_2]}{dt}$

حيث : $\frac{d[H_2O_2]}{dt}$ يمثل ميل مماس المنحنى الممثل لـ $[H_2O_2] = f(t)$ في اللحظة t .

د- حساب سرعة التفاعل الكيميائي في اللحظتين $t_1 = 16 \text{ min}$ و $t_2 = 24 \text{ min}$.

$$v_{vol}(t_1) = -\frac{1}{2} \cdot \frac{(7,0 - 4,6) \times 10^{-3}}{16 - 0} = 7,5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$v_{vol}(t_2) = -\frac{1}{2} \cdot \frac{(7,0 - 5,5) \times 10^{-3}}{24 - 0} = 3,1 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

نلاحظ أن السرعة الحجمية للتفاعل تتناقص مع مرور الزمن .

هـ- تعيين زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ بيانيا .

لدينا : $x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2}$ وبالتالي : $[H_2O_2](t_{1/2}) = \frac{[H_2O_2]_0}{2}$. (لأنه المتفاعل الوحيد إذن هو المتفاعل المحد)

إذن لما : $[H_2O_2](t_{1/2}) = \frac{0,08}{2} = 40 \text{ mmol.L}^{-1}$ فإن : $t_{1/2} \approx 20 \text{ min}$ (أنظر البيان أعلاه) .

4. رسم شكل منحنى تغير $[H_2O_2]$ بدلالة الزمن في حالة لو أجرينا التجربة عند درجة حرارة $\theta' = 35^\circ\text{C}$ (أنظر الشكل أعلاه) .

تزداد سرعة التفاعل بازدياد درجة الحرارة وبالتالي تصغر قيمة زمن نصف التفاعل ويبلغ التفاعل حده الأعظمي في مدة أقل من الحالة الأولى ،

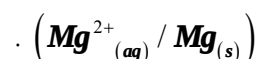
علوم تجريبية 2008

التمرين الثاني :

في حصة للأعمال المخبرية ، أراد فوج من التلاميذ دراسة التحول الكيميائي الذي يحدث للحملة (مغنيزيوم صلب ، محلول حمض كلور الماء) . فوضع احد التلاميذ شريطا من المغنيزيوم $Mg(s)$ كتلته $m = 36 \text{ mg}$ في دورق ، ثم أضاف إليه محلولاً لحمض كلور الماء بزيادة حجمه 30 mL ، وسد الدورق بعد أن أوصله بتجهيز يسمح بحجز الغاز المنطلق وقياس حجمه من لحظة لأخرى .

1. مثل مخططاً للتجربة ، مع شرح الطريقة التي تسمح للتلاميذ بحجز الغاز المنطلق ، وقياس حجمه والكشف عنه .

2. اكتب معادلة التفاعل الكيميائي النمذج للتحول الكيميائي التام الحادث في الدورق علماً أن الشائيتين المشاركتين هما : $(H^+_{(aq)} / H_{2(g)})$ ،



3. يمثل الجدول الآتي نتائج القياسات التي حصل عليها الفوج :

$t(\text{min})$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
$V_{H_2} (\text{mL})$	0	12,0	19,2	25,2	28,8	32,4	34,8	36,0	37,2	37,2
$x(\text{mol})$										

أ- مثل جدولاً لتقدم التفاعل ، ثم استنتج قيم تقدم التفاعل x في الأزمنة المبينة في الجدول .

ب- إملأ الجدول ثم مثل البيان $x = f(t)$ بسلم مناسب .

ج- عين سرعة التفاعل في اللحظة $t = 0$.

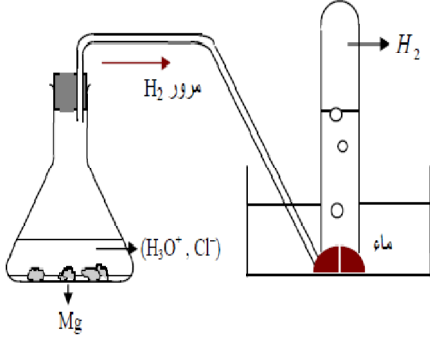
4. للوسط التفاعلي في الحالة النهائية $pH = 1$ ، استنتج التركيز المولي الابتدائي لمحلول حمض كلور الماء المستعمل .

يعطى : الكتلة المولية الذرية للمغنيزيوم $M(Mg) = 24g.mol^{-1}$ ، الحجم المولي للغاز في شروط التجربة $V_M = 24,0L.mol^{-1}$.

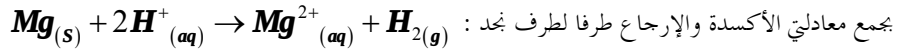
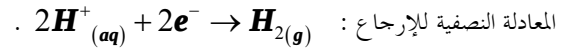
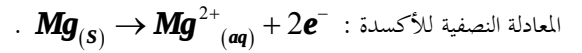
الحل المفصل :

1. تمثيل مخطط للتجربة ، مع شرح الطريقة التي تسمح بحجز الغاز المنطلق ، وقياس حجمه والكشف عنه .

نغلق أنبوب إختبار مدرج بالماء وننكسه على حوض مملوء بالماء ، وعند إنطلاق الغاز يبدأ مستوى الماء في الأنبوب بالتزول ، حيث يمكن في كل لحظة قياس حجم الغاز بقراءة تدريجية مستوى الماء في الأنبوب . يمكن الكشف عن الغاز في نهاية التجربة بتقريب عود ثقاب مشتعل من فوهة الأنبوب فيحدث فرقعة (من مميزات غاز ثنائي الهيدروجين) .



2. كتابة معادلة التفاعل الكيميائي النمذج للتحويل الكيميائي الحادث في الدورق .



3. أ- جدول تقدم التفاعل .

الكمية الابتدائية لمادة المغنيزيوم :

$$n_1 = \frac{m}{M} = \frac{36 \times 10^{-3}}{24} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

قيم تقدم التفاعل x هي كمية مادة ثنائي الهيدروجين في

$$x = n(H_2) = \frac{V_{H_2}}{V_M} \text{ : كل لحظة ، أي}$$

ب- ملء الجدول .

- تمثيل البيان $x = f(t)$.

أنظر الشكل المقابل

ج- عين سرعة التفاعل في اللحظة $t = 0$.

لدينا : $v = \frac{dx}{dt}$ وهي تمثل ميل المماس عند اللحظة $t = 0$ وبالتالي :

$$v = \frac{17 \times 10^{-4} - 0}{6 - 0} = 2,83 \times 10^{-4} \text{ mol.min}^{-1}$$

4. استنتاج التركيز المولي الابتدائي لمحلول حمض كلور الماء المستعمل .

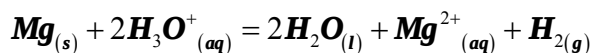
لدينا في نهاية التفاعل $x_f = 1,55 \times 10^{-3} \text{ mol}$

ولدينا كمية مادة H^+ هي : $n_f(H^+) = [H^+]_f \cdot V = 10^{-pH} \cdot V = 10^{-1} \times 30 \times 10^{-3}$ أي : $n_f(H^+) = 3 \times 10^{-3} \text{ mol}$

ولدينا من جدول التقدم : $n_f(H^+) = n_0(H^+) - 2x_f$ إذن : $n_0(H^+) = n_f(H^+) + 2x_f$

$$[H^+]_0 = \frac{6,1 \times 10^{-3}}{30 \times 10^{-3}} \approx 0,2 \text{ mol.L}^{-1} \text{ : } n_0(H^+) = 3 \times 10^{-3} + 2 \times 1,55 \times 10^{-3} = 6,1 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

نمذج التحول الكيميائي الحاصل بين المغنيزيوم Mg ومحلول حمض كلور الهيدروجين بتفاعل أكسدة - إرجاع معادلته :



ندخل كتلة من معدن المغنيزيوم $m = 1,0g$ في كأس به محلول من حمض كلور الهيدروجين حجمه $V = 60mL$ وتركيزه المولي $C = 5,0mol.L^{-1}$ ، فنلاحظ انطلاق غاز ثنائي الهيدروجين وتزايد حجمه تدريجيا حتى اختفاء كتلة المغنيزيوم كليا .

نجمع غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق ونقيس حجمه كل دقيقة فنحصل على النتائج المدونة في جدول القياسات أدناه .

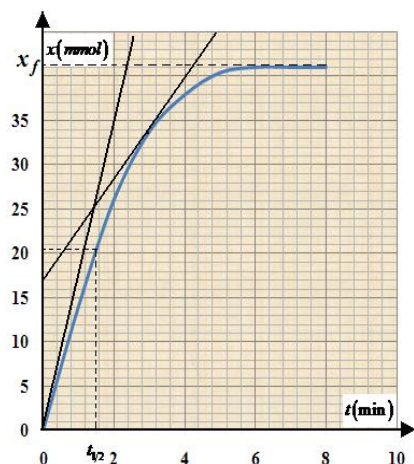
$t(\text{min})$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$V_{H_2} (mL)$	0	336	625	810	910	970	985	985	985
$x(mol)$									

1. أنشيء جدولا لتقدم التفاعل .
 2. أكمل جدول القياسات حيث x يمثل تقدم التفاعل .
 3. أرسم المنحنى البياني $x = f(t)$ بسلم مناسب .
 4. عين التقدم النهائي x_f للتفاعل الكيميائي وحدد المتفاعل المحد .
 5. احسب سرعة تشكل ثنائي الهيدروجين في اللحظتين $(t = 0 \text{ min})$ ، $(t = 3 \text{ min})$.
 6. عين زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.
 7. احسب تركيز شوارد الهيدرونيوم (H_3O^+) في الوسط التفاعلي عند إنتهاء التحول الكيميائي
- تأخذ : $M(Mg) = 24,3g.mol^{-1}$ ، الحجم المولي في شروط التجربة $V_M = 24L.mol^{-1}$.

الحل المفصل :

معادلة التفاعل		$Mg_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} = 2H_2O_{(l)} + H_{2(g)} + Mg^{2+}_{(aq)}$					
حالة الجملة الكيميائية	التقدم	كمية المادة بـ (mol)					
الحالة الابتدائية	0	n_1	n_0	بوفرة	0	0	0
الحالة الإنتقالية	x	$n_1 - x$	$n_0 - 2x$	بوفرة	x	x	x
الحالة النهائية	x_f	$n_1 - x_f$	$n_0 - 2x_f$	بوفرة	x_f	x_f	x_f

$t(\text{min})$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$x(mmole)$	0	14,0	26,0	33,7	37,9	40,4	41,0	41,0	41,0



1. إنشاء جدولا لتقدم التفاعل .

حيث : الكمية الابتدائية لمادة المغنيزيوم :

$$n_1 = \frac{m}{M} = \frac{1}{24}$$

$$n_1 \approx 4,1 \times 10^{-2} mol$$

الكمية الابتدائية لمادة حمض كلور الماء :

$$n_0 = C.V = 5 \times 60 \times 10^{-3} = 0,3 mol$$

2. تكملة الجدول .

قيم تقدم التفاعل x هي كمية مادة ثنائي الهيدروجين

$$x = n(H_2) = \frac{V_{H_2}}{V_M} \text{ في كل لحظة ، أي :}$$

3. رسم المنحنى البياني $x = f(t)$.

أنظر الشكل المقابل

4. تعيين التقدم النهائي x_f للتفاعل الكيميائي وتحديد المتفاعل المحد .

$$\text{لدينا : } \frac{n_0(Mg)}{2} = 4,1 \times 10^{-2} mol \text{ و } \frac{n_1(H_3O^+)}{1} = 0,3 mol$$

$$\text{أي } \frac{n_0(Mg)}{2} < \frac{n_1(H_3O^+)}{1} \text{ وبالتالي التقدم النهائي : } x_f = 4,1 \times 10^{-2} mol \text{ المتفاعل المحد هو } Mg .$$

ملاحظة: يمكن استنتاج التقدم النهائي من البيان .

5. حساب سرعة تشكل ثنائي الهيدروجين في اللحظتين $(t = 0 \text{ min})$ ، $(t = 3 \text{ min})$

$$v_{H_2}(3) = \frac{dn_{H_2}}{dt} = \frac{dx}{dt} = \frac{33,7-17}{3-0} \approx 5,6 \text{ mmol} \cdot \text{min}^{-1} , v_{H_2}(0) = \frac{dn_{H_2}}{dt} = \frac{dx}{dt} = \frac{35-0}{2-0} = 17,5 \text{ mmol} \cdot \text{min}^{-1}$$

6. تعيين زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

من البيان لما : $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} \approx 20,05 \text{ mmol}$ لدينا $t_{1/2} = 1,5 \text{ min}$.

7. حساب تركيز شوارد الهيدرونيوم (H_3O^+) في الوسط التفاعلي عند إنتهاء التحول الكيميائي

$$[H_3O^+]_f = \frac{n_0 - 2x_f}{V} = C - 2 \frac{x_f}{V} = 5,0 - 2 \frac{4,1 \times 10^{-2}}{60 \times 10^{-3}} \text{ وبالتالي : } x_f = 4,1 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

ومنه : $[H_3O^+]_f \approx 3,6 \text{ mol} \cdot L^{-1}$.

التمرين الرابع : رياضيات وتقني رياضي 2008

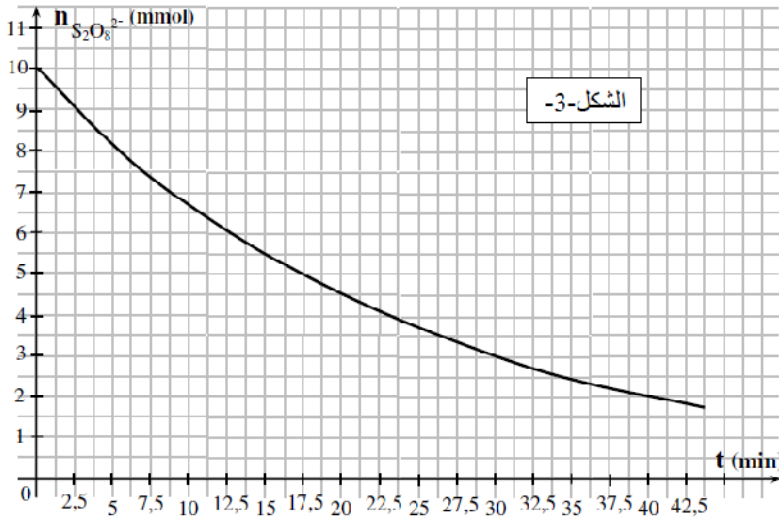
نريد دراسة تطور التحول الكيميائي الحاصل بين شوارد محلول (S_1) ليبروكسوديكبريتات البوتاسيوم $(2K^+_{(aq)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)})$ وشوارد محلول (S_2) ليود

البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$ في درجة حرارة ثابتة .

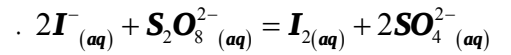
لهذا الغرض نخرج في اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 50 \text{ mL}$ من المحلول (S_1) تركيزه المولي $C_1 = 2,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ مع حجم $V_2 = 50 \text{ mL}$ من المحلول

(S_2) تركيزه المولي $C_2 = 1,0 \text{ mol} \cdot L^{-1}$. نتابع تغيرات كمية مادة $S_2O_8^{2-}$ المتبقية في الوسط التفاعلي في لحظات زمنية مختلفة ، فنحصل على البيان الموضح في

الشكل -3- .



نمذج التحول الكيميائي الحاصل بالتفاعل الذي معادلته :



1. حدد الشائيتين **ox/red** المشاركتين في التفاعل .

2. أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل .

3. حدد المتفاعل المحد علماً أن التفاعل تام .

4. عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ واستنتج قيمته بيانياً .

5. أوجد التراكيز المولية للأنواع الكيميائية المتواجدة في الوسط

التفاعلي عند اللحظة $t_{1/2}$.

6. استنتج بيانياً قيمة السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة

$t = 10 \text{ min}$

الحل المفصل :

1. تحديد الشائيتين **ox/red** المشاركتين في التفاعل .

معادلة الإرجاع : $S_2O_8^{2-}_{(aq)} + 2e^- = 2SO_4^{2-}_{(aq)}$ الشائتين الموافقة : $(S_2O_8^{2-} / SO_4^{2-})$.

معادلة الأكسدة : $2I^-_{(aq)} = I_{2(aq)} + 2e^-$ الشائتين الموافقة : (I_2 / I^-)

2. جدول تقدم التفاعل .

كمية مادة بيروكسوديكبريتات البوتاسيوم الابتدائية :

$$n_1 = C_1 \cdot V_1 = 0,2 \times 50 \times 10^{-3} = 10^{-2} \text{ mol}$$

وبالتالي : $n_1 = 10 \text{ mmol}$.

المعادلة		$S_2O_8^{2-}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} = 2SO_4^{2-}_{(aq)} + I_{2(aq)}$			
حالة الجملة	التقدم	كميات المادة — mmol			
إبتدائية	0	$n_1 = 10$	$n_2 = 50$	0	0
إنتقالية	x	$n_1 - x$	$n_2 - 2x$	$2x$	x
نهائية	x_f	$n_1 - x_f$	$n_2 - 2x_f$	$2x_f$	x_f

الكمية الابتدائية لمادة شوارد اليود I^- هي : $n_2 = C_2.V_2 = 1,0 \times 50 \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-2} \text{ mol}$ وبالتالي : $n_2 = 50 \text{ mmol}$.

3. تحديد المتفاعل المحد علمًا أن المتفاعل تام .

لدينا : $n_1 - x_{\max} = 0$ أو $n_2 - 2x_{\max} = 0$ ومنه نستنتج أن $x_{\max} = n_1 = 10 \text{ mmol}$.

وبالتالي المتفاعل المحد هو : شاردة البيروكسو دي كبريتات $S_2O_8^{2-}$.

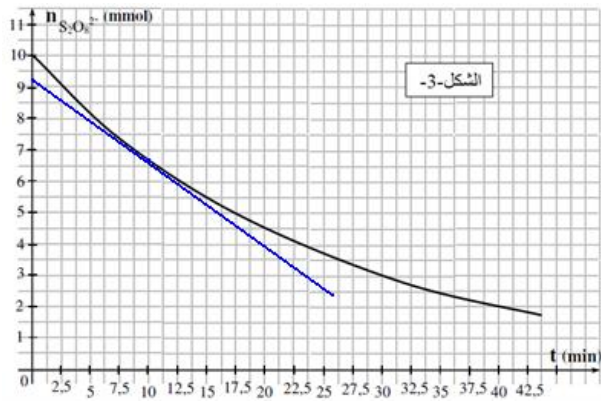
4. تعريف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ واستنتج قيمته بيانًا .

زمن نصف التفاعل هو المدة الضرورية لبلوغ التفاعل نصف تقدمه النهائي أي : $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$ وبالتالي : $n_{S_2O_8^{2-}} = \frac{n_1}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ mmol}$ من البيان لما $n_{S_2O_8^{2-}} = 5 \text{ mmol}$ لدينا : $t_{1/2} = 17,5 \text{ min}$.

5. تحديد التراكيز المولية للأنواع الكيميائية المتواجدة في الوسط التفاعلي عند اللحظة $t_{1/2}$.

التراكيز المولية للأنواع الكيميائية المتواجدة في الوسط التفاعلي عند اللحظة $t_{1/2}$				
$[K^+] = \frac{2n_1 + n_2}{V_1 + V_2}$ $= \frac{20 + 50}{100}$ $[K^+] = 0,7 \text{ mol.L}^{-1}$	$[I_2] = \frac{x_{1/2}}{V_1 + V_2}$ $= \frac{5}{100}$ $[I_2] = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$	$[SO_4^{2-}] = \frac{2x_{1/2}}{V_1 + V_2}$ $= \frac{10}{100}$ $[SO_4^{2-}] = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$	$[I^-] = \frac{n_2 - 2x_{1/2}}{V_1 + V_2}$ $= \frac{50 - 10}{100}$ $[I^-] = 0,4 \text{ mol.L}^{-1}$	$[S_2O_8^{2-}] = \frac{n_1 - x_{1/2}}{V_1 + V_2}$ $= \frac{10 - 5}{100}$ $[S_2O_8^{2-}] = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$

6. استنتاج قيمة السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $t = 10 \text{ min}$.



لدينا : $n_{S_2O_8^{2-}} = n_1 - x$ وبالتالي : $\frac{dx}{dt} = -\frac{dn_{S_2O_8^{2-}}}{dt}$.

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} = -\frac{1}{V} \frac{dn_{S_2O_8^{2-}}}{dt} \quad \text{إذن :}$$

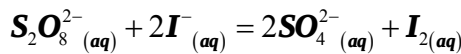
حيث $\frac{dn_{S_2O_8^{2-}}}{dt}$ تمثل ميل مماس البيان في اللحظة $t = 10 \text{ min}$.

$$v_{vol} = -\frac{1}{0,1} \frac{6,6 - 9,3}{10 - 0} = 2,7 \text{ mmol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \quad \text{ومنّه :}$$

علوم تجريبية 2009

التمرين الخامس :

ينمذج التحول الكيميائي الذي يحدث بين شوارد البيروكسو ديكبريتات ($S_2O_8^{2-}$) وشوارد اليود (I^-) في الوسط المائي بتفاعل تام معادلته :



I. لدراسة تطور هذا التفاعل في درجة حرارة ثابتة ($\theta = 35^\circ C$) بدلالة الزمن ، نخرج في اللحظة ($t = 0$) حجما $V_1 = 100 \text{ mL}$ من محلول مائي لبيروكسو

ديكبريتات البوتاسيوم ($2K^+ + S_2O_8^{2-}$) تركيزه المولي $C_1 = 4,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ مع حجم $V_2 = 100 \text{ mL}$ من محلول مائي ليود البوتاسيوم

تركيزه المولي ($K^+ + I^-$) $C_2 = 8,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ فنحصل على مزيج حجمه $V_T = 200 \text{ mL}$.

أ- أنشئ جدولًا لتقدم التفاعل الحاصل .

ب- اكتب عبارة التركيز المولي $[S_2O_8^{2-}]$ لشوارد البيروكسو ديكبريتات في المزيج خلال التفاعل بدلالة C_1 ، V_1 ، V_2 و $[I_2]$ التركيز المولي لثنائي اليود (I_2) في المزيج .

ج- احسب قيمة $[S_2O_8^{2-}]_0$ التركيز المولي لشوارد البيروكسو ديكبريتات في اللحظة ($t = 0$) لحظة انطلاق التفاعل بين شوارد ($S_2O_8^{2-}$) وشوارد (I^-)

II. لمتابعة التركيز المولي لثنائي اليود المتشكل بدلالة الزمن ، نأخذ في أزمنة مختلفة t_1 ، t_2 ، ، t_i . عينات من المزيج حجم كل عينة $V_0 = 10 \text{ mL}$ ونبردها

بالماء البارد والجليد وبعدها نعاير ثنائي اليود المتشكل خلال المدة t_i بواسطة ثيو كبريتات الصوديوم ($2Na^+ + S_2O_3^{2-}$) تركيزه المولي

$C' = 1,5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ وفي كل مرة نسجل V' حجم محلول ثيو كبريتات الصوديوم اللازم لاختفاء ثنائي اليود فنحصل على جدول القياسات التالي :

$t(\text{min})$	0	5	10	15	20	30	45	60
$V'(ml)$	0	4,0	6,7	8,7	10,4	13,1	15,3	16,7
$[I_2](mmol/l)$								

أ- لماذا تبرد العينات مباشرة بعد فصلها عن المزيج ؟

ب- في تفاعل المعايرة تتدخل الثنائيتان : $S_4O_6^{2-}(aq) / S_2O_3^{2-}(aq)$ و $I_2(aq) / I^-(aq)$.

• اكتب المعادلة الإجمالية لتفاعل الأكسدة - إرجاع الحاصل بين الثنائيتين .

ج- بين مستعينا بجدول التقدم لتفاعل المعايرة أن التركيز المولي لثنائي اليود في العينة عند نقطة التكافؤ يعطى بالعلاقة : $[I_2] = \frac{1}{2} \times \frac{C' \times V'}{V_0}$

د- أكمل جدول القياسات .

هـ- ارسم على ورقة مليمتريه البيان $[I_2] = f(t)$.

و- احسب بيانيا السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $(t = 20 \text{ min})$.

الحل المفصل :

معادلة التفاعل		$S_2O_8^{2-}(aq) + 2I^-(aq) = 2SO_4^{2-}(aq) + I_2(aq)$				
حالة الجملة الكيميائية	التقدم	كمية المادة بـ (mmol)				
الحالة الابتدائية	0	4	8	0	0	
الحالة الإنتقالية	$x(t)$	$4 - x(t)$	$8 - 2x(t)$	$2x(t)$	$x(t)$	
الحالة النهائية	x_f	$4 - x_f$	$8 - 2x_f$	$2x_f$	x_f	

I. أ- جدول تقدم التفاعل .

الكمية الابتدائية لمادة شوارد البيروكسودي كبريتات $S_2O_8^{2-}$

هي : $n_1 = C_1 \cdot V_1 = 4,0 \times 10^{-2} \times 10^{-1}$.

$n_1 = 4,0 \times 10^{-3} \text{ mol} = 4 \text{ mmol}$

الكمية الابتدائية لمادة شوارد اليود I^- هي :

$n_2 = C_2 \cdot V_2 = 8,0 \times 10^{-2} \times 10^{-1}$.

$n_2 = 8,0 \times 10^{-3} \text{ mol} = 8 \text{ mmol}$

ب- كتابة عبارة التركيز المولي $[S_2O_8^{2-}]$ لشوارد البيروكسو دي كبريتات في المزيج خلال التفاعل .

من جدول التقدم (الحالة الإنتقالية) نستنتج : $[S_2O_8^{2-}] = \frac{n_1 - x}{V_T} = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} - \frac{x}{V_1 + V_2}$

ولدينا : $n_2 = x$ ، أي : $[I_2] = \frac{x}{V_1 + V_2}$. ومنه : $[S_2O_8^{2-}] = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} - [I_2]$

ج- حساب قيمة $[S_2O_8^{2-}]_0$.

لدينا : $[S_2O_8^{2-}]_0 = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2}$ وبالتالي : $[S_2O_8^{2-}]_0 = \frac{4 \times 10^{-2} \times 10^{-1}}{10^{-1} + 10^{-1}} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

II. أ- نرد المزيج قبل المعايرة لتوقيف التفاعل و المحافظة على كمية ثنائي اليود (I_2) لحظة أخذ العينة وللتمكن من معايرة كميتها الناتجة .

ب- كتابة المعادلة الإجمالية لتفاعل أكسدة - إرجاع الحاصل .

المعادلة النصفية للأكسدة : $2S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow S_4O_6^{2-}(aq) + 2e^-$.

المعادلة النصفية للإرجاع : $I_2(aq) + 2e^- \rightarrow 2I^-(aq)$.

بجمع معادلي الأكسدة والإرجاع طرفا لطرف نجد : $2S_2O_3^{2-}(aq) + I_2(aq) \rightarrow S_4O_6^{2-}(aq) + 2I^-(aq)$

ج- كتابة عبارة التركيز المولي لثنائي اليود في العينة عند التكافؤ .

جدول تقدم التفاعل .

عند التكافؤ يكون : $n_0 - x_E = 0$ و $n' - 2x_E = 0$

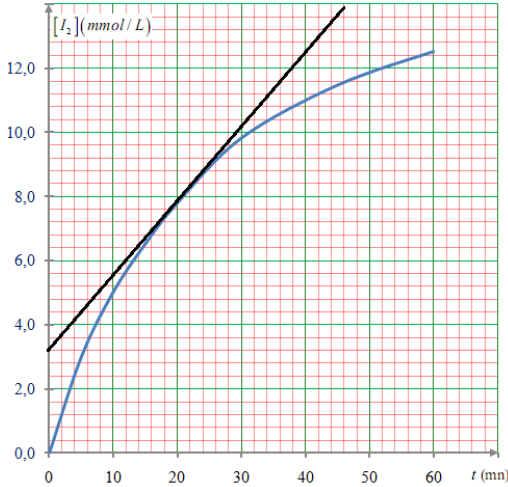
وبالتالي : $x_E = n_0 = \frac{n'}{2}$

$t(\text{min})$	0	5	10	15	20	30	45	60
$[I_2](\text{mmol.L}^{-1})$	0	3,0	5,0	6,5	7,8	9,8	11,5	12,5

إذن : $[I_2] = \frac{n_0}{V_0}$ ومنه : $[I_2] = \frac{1}{2} \cdot \frac{C' \cdot V'}{V_0}$

د- ملء الجدول .

لدينا : $[I_2] = \frac{1}{2} \cdot \frac{C' \cdot V'}{V_0}$ أي : $[I_2] = \frac{1,5 \times 10^{-2}}{2 \times 10 \times 10^{-3}} V' = 0,75 \times V'$ (نعوض قيم V' بـ mL لنجد $[I_2]$ بـ $mmol.L^{-1}$)



هـ- رسم البيان $[I_2] = f(t)$

أنظر الشكل المقابل .

و- حساب السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة ($t = 20 \text{ min}$) .

لدينا : $v_{vol} = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt}$ وبالتالي : $v_{vol} = \frac{d}{dt} \left(\frac{x}{V_T} \right) = \frac{d[I_2]}{dt}$

إذن $v_{vol} = \frac{d[I_2]}{dt}$ ، وهي ميل المماس في النقطة ذات الفاصلة $t = 20 \text{ min}$

ومنه : $v_{vol} = \frac{7,8 - 3,2}{20 - 0} = 0,23 \text{ mmol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{L}^{-1}$

علوم تجريبية 2009

التمرين السادس :

بهدف تتبع تطور التحول الكيميائي التام لتأثير حمض كلور الماء ($H^+ + Cl^-$) على كربونات الكالسيوم . نضع قطعة كتلتها $2,0g$ من كربونات الكالسيوم

$CaCO_3$ داخل $100mL$ من حمض كلور الماء تركيزه المولي $C = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

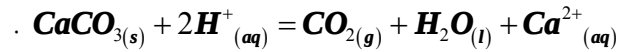
$t(s)$	20	60	100
$P_{(CO_2)}(Pa)$	2280	5560	7170
$n_{(CO_2)}(mol)$			
$x(mol)$			

الطريقة الأولى :

نقيس ضغط غاز ثنائي أكسيد الكربون المنطلق والمحجوز في دورق حجمه لتر واحد ($1L$)

تحت درجة حرارة ثابتة $T = 25^\circ C$ فكانت النتائج المدونة في الجدول التالي :

المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي السابق :



1. أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل السابق

2. ما العلاقة بين كمية مادة الغاز المنطلق و (x) تقدم التفاعل .

3. بتطبيق قانون الغاز المثالي والذي يعطى بالشكل ($P.V = nRT$) ، أكمل الجدول السابق .

4. مثل بيان الدالة $x = f(t)$. يعطى $R = 8,32 \text{ SI}$ ، $1L = 10^{-3} m^3$

الطريقة الثانية :

تتبع قيمة تركيز شوارد الهيدرونيوم (H^+) في وسط التفاعل بدلالة الزمن أعطت النتائج المدونة بالجدول التالي :

$t(s)$	20	60	100
$[H^+](\text{mol.L}^{-1})$	0,080	0,056	0,040
$n_{(H^+)}(mol)$			
$x(mol)$			

1. احسب ($n_{(H^+)}$) كمية شوارد الهيدروجين في كل لحظة .

2. مستعينا بجدول تقدم التفاعل ، أوجد العبارة الحرفية التي تعطي ($n_{(H^+)}$) بدلالة

التقدم (x) وكمية المادة الابتدائية (n_0) لشوارد الهيدروجين الموجبة .

3. احسب قيمة التقدم (x) في كل لحظة .

4. انشئ البيان $x = f(t)$ ، ماذا تستنتج ؟

5. حدد المتفاعل المحد .

6. استنتج $t_{1/2}$ زمن نصف التفاعل .

7. احسب السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $t = 50s$.

. $M(Ca) = 40g.mol^{-1}$ ، $M(C) = 12g.mol^{-1}$ ، $M(O) = 16g.mol^{-1}$

الحل المفصل :

الطريقة الأولى :

معادلة التفاعل		$CaCO_{3(s)} + 2H^+_{(aq)} = CO_{2(g)} + Ca^{2+}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$				
حالة الجملة الكيميائية	التقدم	كمية المادة بـ (mol)				
الحالة الابتدائية	0	$n = 2 \times 10^{-2}$	$n_0 = 10^{-2}$	0	0	بوفرة
الحالة الإنتقالية	x	$n - x$	$n_0 - 2x$	x	x	بوفرة
الحالة النهائية	$x_{\max}$	$n - x_{\max}$	$n_0 - 2x_{\max}$	$x_{\max}$	$x_{\max}$	بوفرة

1. جدول تقدم التفاعل .

كمية مادة حمض كلور الماء :

$$n_0 = C.V = 0,1 \times 0,1$$

ومنه : $n_0 = 10^{-2} \text{ mol}$

كمية مادة كربونات الكالسيوم :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2}{100}$$

ومنه : $n = 2 \times 10^{-2} \text{ mol}$

2. من جدول التقدم نجد : $n_{CO_2} = x$

3. تكملة الجدول المعطى .

$$n_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{RT} P_{CO_2} \text{ وبالتالي } P_{CO_2} \cdot V_{CO_2} = n_{CO_2} \cdot RT$$

$$n_{CO_2} = 4,03 \times 10^{-7} \cdot P_{CO_2} \text{ ، ومنه : } n_{CO_2} = \frac{1 \times 10^{-3}}{8,32 \times (25 + 273)} \cdot P_{CO_2}$$

4. تمثيل بيان الدالة $x = f(t)$. أنظر الشكل أدناه .

الطريقة الثانية :

1. حساب (n_{H^+}) كمية شوارد الهيدروجين في كل لحظة .

$$n_{H^+} = [H^+] \cdot V = 0,1 \times [H^+] \text{ لدينا :}$$

2. إيجاد العلاقة بين (n_{H^+}) و (x) و (n_0) .

$$n_{H^+} = n_0 - 2x \text{ لدينا :}$$

3. حساب قيمة التقدم (x) في كل لحظة .

$$n_{H^+} = n_0 - 2x \text{ وبالتالي : } x = \frac{1}{2} (n_0 - n_{H^+}) \text{ ومنه : } x = \frac{1}{2} (10^{-2} - n_{H^+})$$

4. انشاء البيان $x = f(t)$. أنظر الشكل أدناه .

5. تحديد المتفاعل الحد .

$$\text{لدينا : } \frac{n_0}{2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol و } \frac{n}{1} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol نلاحظ أن : } \frac{n}{2} < \frac{n_0}{1} \text{ ومنه المتفاعل الحد هو حمض كلور الماء } (H^+) \text{ والتقدم الأعظمي : } x_{\max} = 5 \text{ mmol}$$

6. استنتاج $t_{1/2}$ زمن نصف التفاعل .

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ mmol لدينا :}$$

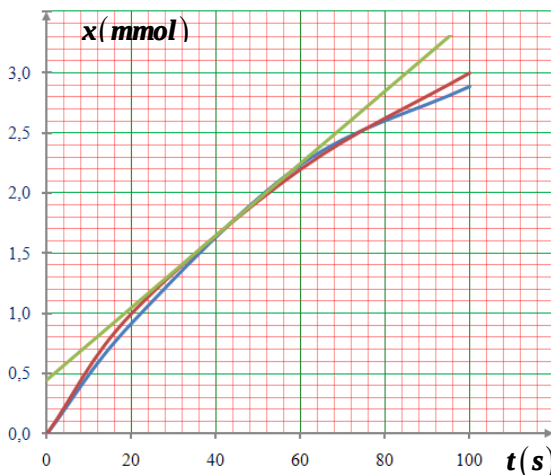
$$x(t_{1/2}) = 2,5 \text{ mmol نجد : } t_{1/2} \approx 70 \text{ s}$$

7. حساب السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $t = 50 \text{ s}$.

$$\text{لدينا : } v_{vol} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} \text{ ، حيث } \frac{dx}{dt} \text{ تمثل بيانيا ميل المماس عند اللحظة } t = 50 \text{ s}$$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{(1,95 - 0,45) \times 10^{-3}}{50 - 0} = 3 \times 10^{-5} \text{ mol.s}^{-1} \text{ إذن :}$$

$$\text{وبالتالي : } v_{vol} = \frac{1}{0,1} \times 3 \times 10^{-5} \text{ ، ومنه : } v_{vol} = 3 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$



يحفظ الماء الأكسجيني (محلول لبروكسيد الهيدروجين $(H_2O_2(aq))$) في قارورات خاصة بسبب تفككه البطيء . تحمل الورقة المصققة على قارورته في المختبر الكتابة ماء أكسجيني $(10V)$ ، وتعني أن $(1L)$ من الماء الأكسجيني ينتج بعد تفككه $10L$ من غاز ثنائي الأكسجين في الشرطين النظاميين حيث الحجم المولي $V_m = 22,4L.mol^{-1}$.

1. ينمذج التفكك الذاتي للماء الأكسجيني بالتفاعل ذي المعادلة الكيميائية التالية : $2H_2O_2(aq) = 2H_2O(l) + O_2(g)$.

أ- بين أن التركيز المولي الحجمي للماء الأكسجيني هو : $C = 0,893mol.L^{-1}$.

ب- نضع في حوجة حجما V_1 من الماء الأكسجيني ونكمل الحجم بالماء المقطر إلى $100mL$.

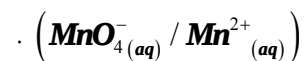
• كيف تسمى هذه العملية ؟

• استنتج الحجم V_1 علما أن المحلول الناتج تركيزه المولي $C_1 = 0,1mol.L^{-1}$.

2. لغرض التأكد من الكتابة السابقة $(10V)$ عايرنا $20mL$ من المحلول الممدد ، بواسطة محلول برمنغنات البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + MnO_4^-_{(aq)})$ الحمض ،

تركيزه المولي $C_0 = 0,02mol.L^{-1}$ فكان الحجم المضاف عند التكافؤ $V_E = 38mL$.

أ- اكتب معادلة التفاعل أكسدة - إرجاع النمذج لتحول المعايير علما أن الفئائيتين الداخليتين في هذا التفاعل هما : $(O_{2(g)} / H_2O_{2(aq)})$ و



ب- استنتج التركيز المولي الحجمي لمحلول الماء الأكسجيني الابتدائي . وهل تتوافق هذه النتيجة التجريبية مع ما كتب على ملصوقة القارورة ؟

الحل المفصل :

1. أ- إثبات أن التركيز المولي الحجمي للماء الأكسجيني هو : $C = 0,893mol.L^{-1}$.

كمية مادة غاز ثنائي الأكسجين الناتج من تفكك $(1L)$ من الماء الأكسجيني هي : $n_{O_2} = \frac{V_{O_2}}{V_m} = \frac{10}{22,4} \approx 0,4464mol$.

من معادلة التفاعل نستنتج : $n_i(H_2O_2) = 2n_f(O_2) = 2 \times 0,4464 \approx 0,893mol$

ومنه : $C = \frac{n_i(H_2O_2)}{V_{H_2O_2}} = \frac{0,893}{1} = 0,893mol.L^{-1}$.

ب- تسمى عملية إضافة الماء المقطر إلى المحلول بعملية التمديد أو التخفيف .

- استنتاج الحجم V_1 .

لدينا من قانون التخفيف : $CV_1 = C_1V$ وبالتالي : $V_1 = \frac{C_1}{C} \cdot V = \frac{0,1}{0,893} \cdot 100 = 11,2mL$ ومنه : $V_1 = \frac{0,1}{0,893} \cdot 100 = 11,2mL$

2. أ- كتابة معادلة التفاعل أكسدة - إرجاع النمذج لتحول المعايير .

المعادلة النصفية للإرجاع : $2 \times (MnO_4^-_{(aq)} + 8H^+_{(aq)} + 5e^- \rightarrow Mn^{2+}_{(aq)} + 4H_2O(l))$.

المعادلة النصفية للأكسدة : $5 \times (H_2O_{2(aq)} \rightarrow O_{2(g)} + 2H^+_{(aq)} + 2e^-)$.

بجمع معادلي الأكسدة والإرجاع طرفا لطرف نجد : $2MnO_4^-_{(aq)} + 5H_2O_{2(aq)} + 6H^+_{(aq)} \rightarrow 2Mn^{2+}_{(aq)} + 5O_{2(g)} + 8H_2O(l)$.

ب- استنتاج التركيز المولي الحجمي لمحلول الماء الأكسجيني الابتدائي .

عند التكافؤ يكون لدينا : $n(MnO_4^-) - 2x_{\max} = 0$ و $n(H_2O_2) - 5x_{\max} = 0$ وبالتالي : $x_{\max} = \frac{n(MnO_4^-)}{2} = \frac{n(H_2O_2)}{5}$.

إذن كمية المادة $n(H_2O_2)$ الموجودة في $V_0 = 20mL$ من المحلول هي : $n(H_2O_2)(t) = \frac{5}{2} C_0 \cdot V_E$.

وبالتالي تركيز الماء الأكسجيني في المحلول المدد هو : $C' = [H_2O_2] = \frac{5}{2} \cdot \frac{C_0 \cdot V_E}{V_0} = \frac{5}{2} \cdot \frac{0,02 \times 38}{20} = 0,095mol.L^{-1}$.

$$C'' = \frac{C' \cdot V}{V_1} = \frac{0,095 \times 100}{11,2} = 0,848 \text{ mol.L}^{-1}$$

ومنه تركيز الماء الأكسجيني الابتدائي هو : $C'' = 0,848 \text{ mol.L}^{-1}$ إذن النتيجة التجريبية لا تتوافق مع ما كتب على ملصوقة القارورة ؟

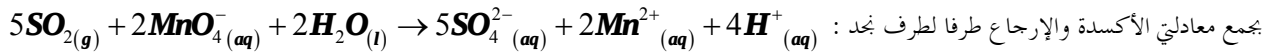
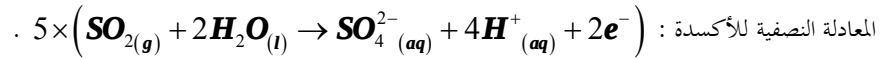
التمرين الثامن :

رياضيات و تقي رياضي 2009

- إن احتراق وقود السيارات ينتج غاز SO_2 الملوث للجو والمتسبب للأمطار الحامضية من جهة أخرى . من أجل معرفة التركيز الكتلي لغاز SO_2 في الهواء ، نخل 20 m^3 من الهواء في 1 L من الماء لنحصل على محلول (S_0) (نعتبر أن كمية SO_2 تتحلل كلي في الماء) . نأخذ حجما $V = 50 \text{ mL}$ من (S_0) ثم نعايرها بواسطة محلول برمنغنات البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + MnO_4^-_{(aq)})$ تركيزه المولي $C_1 = 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$.
1. اكتب معادلة التفاعل النموذج للمعايرة علما أن الثنائيتين الداخليتين في هذا التفاعل هما : $(MnO_4^-_{(aq)} / Mn^{2+}_{(aq)})$ و $(SO_4^{2-}_{(aq)} / SO_{2(g)})$.
 2. كيف تكشف تجريبا عن حدوث التكافؤ ؟
 3. إذا كان حجم محلول برمنغنات البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + MnO_4^-_{(aq)})$ المضاف عند التكافؤ $V_E = 9,5 \text{ mL}$ استنتج التركيز المولي (C) للمحلول المعاير .
 4. عين التركيز الكتلي لغاز SO_2 المتواجد في الهواء المدروس .
 5. إذا كانت المنظمة العالمية للصحة تشترط أن لا يتعدى تركيز SO_2 في الهواء $250 \mu\text{g.m}^{-3}$ ، هل الهواء المدروس ملوث ؟ برر .
- يعطى : $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$ و $M(S) = 32 \text{ g.mol}^{-1}$.

الحل المفصل :

1. كتابة معادلة التفاعل النموذج للمعايرة :



2. نكشف تجريبا عن حدوث التكافؤ ببداية استقرار المزيج (الوسط التفاعلي) على اللون البنفسجي المميز للشاردة MnO_4^- .

3. استنتاج التركيز المولي (C) للمحلول المعاير .

$$\text{عند التكافؤ يختفي المتفاعلات معا (تحقق الشروط الستوكيومترية) وبالتالي : } \frac{n_0(\text{SO}_2)}{5} = \frac{n_0(\text{MnO}_4^-)}{2} \text{ أي } \frac{C \cdot V}{5} = \frac{C_1 \cdot V_E}{2}$$

$$C = 9,5 \times 10^{-5} \text{ mol / L} \text{ ومنه تركيز المحلول المعاير هو } C = \frac{5 C_1 \cdot V_E}{2 V} = \frac{5 \times 2 \times 10^{-4}}{2 \times 50} \times 9,5$$

4. تعيين التركيز الكتلي لغاز SO_2 المتواجد في الهواء المدروس .

$$C_m = C \times M = 9,5 \times 10^{-5} \times 64 = 608 \times 10^{-5} \text{ g / L}$$

5. تحديد طبيعة الهواء المدروس ملوث

$$t = \frac{m}{V_{air}} = \frac{6080}{20} = 304 \text{ microg / m}^3$$

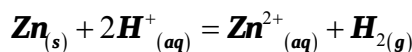
نلاحظ أن : $340 > 250$

ومنه حسب شروط المنظمة العالمية للصحة فإن الهواء ملوث .

التمرين التاسع :

علوم تجريبية 2010

لمتابعة التطور الزمني للتحويل الكيميائي الحاصل بين محلول حمض كلور الهيدروجين ومعدن الزنك ، الذي يُنمذجُ بتفاعل كيميائي ذي المعادلة :



ندخل في اللحظة $t = 0$ كتلة $m = 1,0 \text{ g}$ من معدن الزنك في دورق به $V = 40 \text{ mL}$ من محلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي

$C = 5,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. نعتبر حجم الوسط التفاعلي يبقى ثابتا خلال مدة التحويل وأن الحجم المولي للغاز في شروط التجربة : $V_M = 25 \text{ L.mol}^{-1}$.

نقيس حجم غاز ثنائي الهيدروجين V_{H_2} المنطلق في الشرطين من الضغط ودرجة الحرارة ، ندون النتائج في الجدول التالي :

$t(s)$	0	50	100	150	200	250	300	400	500	750
$V_{H_2} (mL)$	0	36	64	86	104	120	132	154	170	200
$x(mol)$										

1. أنجز جدولاً لتقديم التفاعل واستنتج العلاقة بين التقدم x وحجم غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق V_{H_2} .

2. أكمل الجدول أعلاه.

3. مثل البيان $x = f(t)$ باعتماد سلم الرسم التالي : $1cm \rightarrow 100s$ ، $1cm \rightarrow 1,0 \times 10^{-3} mol$.

4. أحسب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظتين : $t_1 = 100s$ ، $t_2 = 400s$. كيف تتطور هذه السرعة مع الزمن ؟ علل .

5. إن التحول الكيميائي السابق تحول تام .

أ- أحسب التقدم الأعظمي x_{max} واستنتج المتفاعل المحد.

ب- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ وأوجد قيمته .

يعطى : $M(Zn) = 65g.mol^{-1}$

الحل المفصل :

1. جدول تقدم التفاعل :

معادلة التفاعل		$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} = Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$			
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة بـ (mmol)			
الحالة الابتدائية	0	15,4	20	0	0
الحالة الإنتقالية	x	$15,4 - x$	$20 - 2x$	x	x
الحالة النهائية	x_f	$15,4 - x_f$	$20 - 2x_f$	x_f	x_f

الكمية الابتدائية لمادة الزنك :

$$n_1 = \frac{m}{M} = \frac{1}{65} = 1,54 \times 10^{-2} mol$$

الكمية الابتدائية لمادة حمض كلور الهيدروجين :

$$n_0 = C.V = 0,5 \times 40 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-2} mol$$

• تحديد العلاقة بين التقدم x والحجم V_{H_2} .

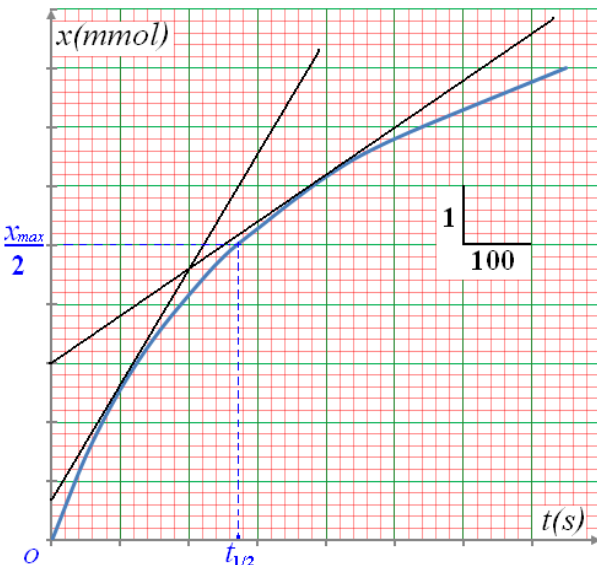
من جدول التقدم لدينا أن : $n_{H_2} = x$ ؛ ولدينا : $n_{H_2} = \frac{V_{H_2}}{V_M}$ وبالتالي : $x = \frac{1}{25} \times V_{H_2}$.

$t(s)$	0	50	100	150	200	250	300	400	500	750
$x(mmol)$	0	1,44	2,56	3,44	4,16	4,80	5,28	6,16	6,80	8,00

2. تكمل الجدول .

3. رسم البيان $x = f(t)$:

أنظر الشكل المقابل .



4. حساب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظتين : t_1 ، t_2 .

لدينا : $v_{vol} = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt}$ ، حيث $\frac{dx}{dt}$ تمثل ميل المماس عند اللحظة t_1 ، t_2

وبالتالي : عند اللحظة $t_1 = 100s$

$$v_{vol} = \frac{1}{40 \times 10^{-3}} \frac{(2,56 - 0,7) \times 10^{-3}}{100 - 0} :$$

$$v_{vol} = 4,6 \times 10^{-4} mol.L^{-1}.s^{-1} \text{ ومنه}$$

عند اللحظة $t_1 = 400s$

$$v_{vol} = \frac{1}{40 \times 10^{-3}} \frac{(6,16 - 3,0) \times 10^{-3}}{400 - 0} :$$

$$v_{vol} = 2,0 \times 10^{-4} mol.L^{-1}.s^{-1} \text{ ومنه}$$

نلاحظ أن السرعة الحجمية للتفاعل تتناقص بمرور الزمن وهذا راجع لتناقص تراكيز المتفاعلات .

5. أ- حساب التقدم الأعظمي $x_{\max}$ واستنتاج المتفاعل المحد .

لدينا : $0 = x_{\max} - 15,4$ أو $0 = 20 - 2x_{\max}$ ، ومنه : $x_{\max} = 10 \text{ mmol}$ ، وبالتالي حمض كلور الهيدروجين هو المتفاعل المحد .

ب- تعريف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ لتحديد قيمته .

زمن نصف التفاعل هو المدة الضرورية لبلوغ التفاعل نصف تقدمه الأعظمي أي : $x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2}$.

من البيان لما : $x(t_{1/2}) = \frac{10}{2} = 5 \text{ mmol}$ نجد : $t_{1/2} \approx 270 \text{ s}$.

التمرين العاشر :

نأخذ عينة من منظف طبي للحروح عبارة عن سائل يحتوي أساسا على ثنائي اليود $I_{2(aq)}$ تركيزه المولي C_0 . نضيف إليها قطعة من الزنك $Zn(s)$ فنلاحظ تناقص الشدة اللونية للمنظف .

1. أكتب معادلة التفاعل النموذج للتحويل الكيميائي الحادث ، علما أن الثنائيتين الداخلتين في التفاعل هما : $(I_{2(aq)} / I_{(aq)}^-)$ ، $(Zn^{2+}_{(aq)} / Zn(s))$.

2. التجربة الأولى : عند درجة الحرارة $20^\circ C$ نضيف إلى حجم $V = 50 \text{ mL}$ من المنظف قطعة من Zn ، ونتابع عن طريق المعايرة تغيرات $[I_{2(aq)}]$ بدلالة

الزمن t فنحصل على البيان $[I_{2(aq)}] = f(t)$ الشكل 4- .

أ- إقترح بروتوكولا تجريبيا للمعايرة المطلوبة مع رسم الشكل التخطيطي .

ب- عرف السرعة الحجمية لاختفاء I_2 مبينا طريقة حسابها بيانيا .

ج- كيف تتطور السرعة الحجمية لاختفاء I_2 مع الزمن ؟ فسر ذلك .

3. التجربة الثانية : نأخذ نفس الحجم V من نفس العينة عند الدرجة $20^\circ C$ ، نضعها في

حوضلة عيارية سعته 100 mL ثم نكمل الحجم بواسطة الماء المقطر إلى خط العيار

ونسكب محتواها في بيشر ونضيف إلى المحلول قطعة من الزنك .

توقع شكل البيان (2) $[I_{2(aq)}] = g(t)$ وارسمه كيفيا ، في نفس المعلم مع البيان (1)

للتجربة الأولى . علل .

4. التجربة الثالثة : نأخذ نفس الحجم V من نفس العينة ، نرفع درجة الحرارة إلى $80^\circ C$ ، توقع شكل البيان (3) $[I_{2(aq)}] = h(t)$ وارسمه كيفيا ، في نفس

المعلم السابق .

5. ما هي العوامل الحركية التي تبرزها هذه التجارب ؟ ماذا تستنتج ؟

الحل المفصل :

1. كتابة معادلة التفاعل النموذج للتحويل الكيميائي الحادث .

المعادلة النصفية للإرجاع : $I_{2(aq)} + 2e^- \rightarrow 2I_{(aq)}^-$.

المعادلة النصفية للأكسدة : $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$.

بجمع معادلي الأكسدة والإرجاع طرفا لطرف نجد : $Zn(s) + I_{2(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2I_{(aq)}^-$

2. التجربة الأولى :

أ- البروتوكول التجريبي للمعايرة .

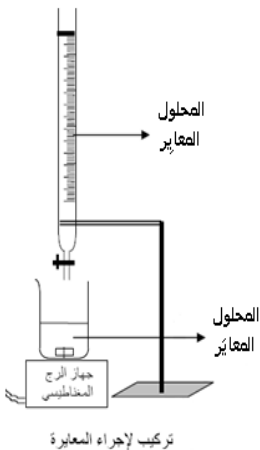
الهدف : معايرة نوع كيميائي هو إيجاد تركيزه المولي في محلوله .

خطوات العمل : نقسم المزيج التفاعلي إلى عدة أحجام متساوية وفي لحظة مختارة ، نأخذ حجما ونسكبه في بيشر جهاز

المعايرة ، ثم بواسطة السحاحة المدرجة للجهاز ، نسكب عليه تدريجيا (قطرة قطرة) المحلول المعاير ، إلى أن يتغير اللون المميز

للمزيج ، ندون اللحظة التي بدأنا عندها السكب والحجم الموافق للتكافؤ (الحجم المسكوب من المحلول المعاير) بجدول ، ونعيد

العملية في لحظات مختلفة . (أنظر الشكل الجانبي)



ترتيب إجراء المعايرة

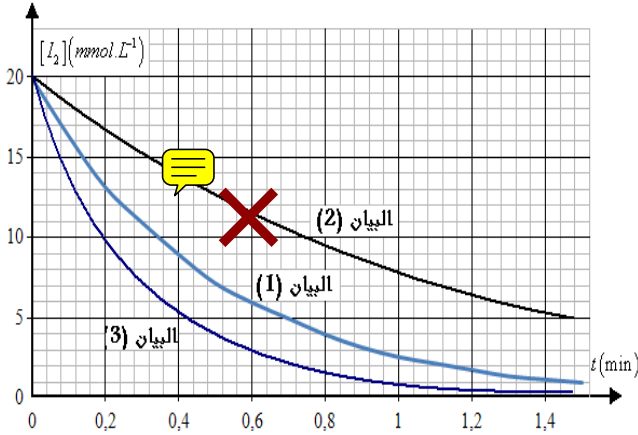
ب- تعريف السرعة الحجمية لاختفاء I_2 .

السرعة الحجمية لاختفاء I_2 هي القيمة المطلقة لتغير تركيزه خلال وحدة زمنية وتعطى بالعلاقة : $v_{vol}(I_2) = \frac{1}{V} \frac{dn_{I_2}}{dt} = \frac{d[I_2]}{dt}$. وهي تمثل بيانيا القيمة المطلقة لميل مماس البيان الممثل لتغيرات $[I_2]$ بدلالة الزمن في النقطة ذات الفاصلة t .

ج- تفسير كيفية تطور السرعة الحجمية لاختفاء I_2 مع الزمن .

لو رسمنا عدة مماسات للبيان الممثل لتغيرات $[I_2]$ ؛ عند أزمنة مختلفة نلاحظ تناقص السرعة الحجمية لاختفاء I_2 وهذا راجع لتناقص تراكيز المتفاعلات .

3. التجربة الثانية : يتناقص البيان بسرعة أقل من الحالة الأولى ، وذلك لأن تركيز ثنائي اليود المستعمل في هذه الحالة أقل من تركيز ثنائي اليود في الحالة الأولى (محلول مخفف) .



4. التجربة الثالثة : يتناقص البيان بسرعة أكبر من الحالتين ، وذلك لارتفاع درجة الحرارة

5. العوامل الحركية التي تبرزها هذه التجارب هي تأثير تراكيز المتفاعلات ودرجة الحرارة

على سرعة التفاعل .

الإستنتاج :

- كلما كانت تراكيز المتفاعلات أكبر كلما كانت سرعة التفاعل أكبر
- كلما كانت درجة حرارة الوسط أكبر كلما كانت سرعة التفاعل أكبر

رياضيات و تقني رياضي 2010

التمرين الحادي عشر :

نمزج في اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 200\text{mL}$ من محلول مائي لبيروكسودي كبريتات البوتاسيوم $(2K^+_{(aq)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)})$ تركيزه المولي $C_1 = 4,00 \times 10^{-2} \text{mol.L}^{-1}$ مع حجم $V_2 = 200\text{mL}$ من محلول مائي ليود البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$ تركيزه المولي $C_2 = 4,0 \times 10^{-1} \text{mol.L}^{-1}$. إذا علمت أن الثنائيتين (Ox/Red) الداخليتين في التحول الكيميائي الحاصل هما : $(S_2O_8^{2-}_{(aq)} / SO_4^{2-}_{(aq)})$ و $(I_2(aq) / I^-_{(aq)})$.

أ- أكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل أكسدة - إرجاع النمذج للتحول الكيميائي الحاصل .

ب- أنجز جدولا لتقدم التفاعل الحادث . استنتج التفاعل المحد .

2. توجد عدة تقنيات لمراقبة تطور تشكل ثنائي اليود I_2 بدلالة الزمن . استخدمت واحدة منها

في تقدير كمية ثنائي اليود ورسم البيان $[I_2] = f(t)$ الموضح في (الشكل-1) .

أ- كم يستغرق التفاعل من الوقت لإنتاج نصف كمية ثنائي اليود النهائية ؟

ب- احسب قيمة السرعة الحجمية لتشكل ثنائي اليود في اللحظة $t = t_{1/2}$.

3. إن الطريقة التي أدت نتائجها إلى رسم البيان (الشكل-1) ، تعتمد في تحديد تركيز ثنائي اليود

المتشكل عن طريق المعايرة ، حيث تؤخذ عينات متساوية ، حجم كل منها $V = 10\text{mL}$

من الوسط التفاعلي في أزمنة مختلفة (توضع العينة مباشرة لحظة أخذها في الماء والجليد) ثم

تعاير بمحلول مائي لثيو كبريتات الصوديوم $(2Na^+_{(aq)} / S_2O_3^{2-}_{(aq)})$ تركيزه المولي

$C' = 1,0 \times 10^{-2} \text{mol.L}^{-1}$.

معادلة التفاعل الكيميائي النمذج للتحول الحادث هي : $I_2(aq) + 2S_2O_3^{2-}_{(aq)} = 2I^-_{(aq)} + 2S_4O_6^{2-}_{(aq)}$.

أ- اذكر الخواص الأساسية للتفاعل الكيميائي النمذج للتحول الكيميائي الحاصل بين ثيو كبريتات الصوديوم وثنائي اليود .

ب- أوجد عبارة $[I_2]$ بدلالة كل من : V ، V_E ، C' . حيث : $[I_2]$ هو حجم محلول ثيو كبريتات الصوديوم اللازمة لبلوغ نقطة التكافؤ E .

ج- احسب الحجم المضاف V_E في اللحظة $t = 1,2 \text{min}$.

الحل المفصل :

1. أ- كتابة معادلة التحول الحاصل .

معادلة الأكسدة : $2I^-_{(aq)} = I_2(aq) + 2e^-$ ، معادلة الإرجاع : $S_2O_8^{2-}_{(aq)} + 2e^- = 2SO_4^{2-}_{(aq)}$.

يجمع المعادلتين طرفا لطرف نجد معادلة التحويل الكيميائي الحاصل كما يلي : $S_2O_8^{2-}(aq) + 2I^-(aq) = 2SO_4^{2-}(aq) + I_{2(aq)}$.

ب- جدول التقدم :

المعادلة		$S_2O_8^{2-}(aq) + 2I^-(aq) = 2SO_4^{2-}(aq) + I_{2(aq)}$			
حالة الجملة	التقدم	كميات المادة — $mmol$			
إبتدائية	0	8	80	0	0
إنستقالية	x	$8-x$	$80-2x$	$2x$	x
نهائية	x_f	$8-x_f$	$80-2x_f$	$2x_f$	x_f

كمية مادة بيرو كسو دي كبريتات البوتاسيوم الإبتدائية :

$$n_1 = C_1 \cdot V_1 = 4 \times 10^{-2} \times 0,2 = 8 \times 10^{-3} mol$$

وبالتالي : $n_1 = 8mmol$.

كمية مادة يود البوتاسيوم الإبتدائية :

$$n_2 = C_2 \cdot V_2 = 4 \times 10^{-1} \times 0,2 = 8 \times 10^{-2} mol$$

وبالتالي : $n_2 = 80mmol$.

لدينا : $8 - x_{\max} = 0$ أو $80 - 2x_{\max} = 0$ ومنه نستنتج أن $x_{\max} = 8$ ، وبالتالي المتفاعل المحد هو : شاردة البيرو كسو دي كبريتات $S_2O_8^{2-}$.

2. أ- تحديد زمن نصف التفاعل .

من البيان لما $[I_2]_{1/2} = \frac{[I_2]_f}{2} = \frac{20}{2} = 10 mmol \cdot L^{-1}$ لدينا : $t_{1/2} = 0,84 min$.

ب- حساب السرعة الحجمية للتفاعل عند $t_{1/2}$.

لدينا : $v_{vol} = \frac{1}{V_{total}} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{d[I_2]}{dt}$ وهي تمثل بيانيا ميل المماس عند اللحظة $t_{1/2}$. وبالتالي : $v_{vol} = \frac{10-3}{0,84-0} \approx 8,3 mmol \cdot L^{-1} \cdot min^{-1}$.

3. أ- الخواص الأساسية للتفاعل الحاصل بين ثيو كبريتات الصوديوم وثنائي اليود هي : سريع ، تام ووحيد .

ب- كتابة عبارة $[I_2]$ بدلالة V_E و C' .

لدينا عند التكافؤ : $\frac{n_{I_2}}{1} = \frac{n_{S_2O_3^{2-}}}{2}$ ، أي : $n_{I_2} = \frac{1}{2} C' \cdot V_E$ ، ومنه : $[I_2] = \frac{n_{I_2}}{V} = \frac{V_E}{2V} \cdot C'$.

ج- حساب الحجم المضاف V_E عند اللحظة $t = 1,2 min$.

لما $t = 1,2 min$ لدينا : $[I_2] = 13 mmol \cdot L^{-1}$ ، ولدينا : $[I_2] = \frac{V_E}{2V} \cdot C'$ ، وبالتالي : $V_E = \frac{2[I_2]V}{C'}$.

إذن : $V_E = \frac{2 \times 13 \times 10^{-3} \times 10}{10^{-2}} = 26 mL$ ، ومنه : $V_E = 26 mL$.

رياضيات وتقني رياضي 2010

التمرين الثاني عشر :

نحضر محلولاً (S) بمزج حجم $V_1 = 100 mL$ من الماء الأكسجيني H_2O_2 تركيزه المولي $C_1 = 4,5 \times 10^{-2} mol \cdot L^{-1}$ مع حجم $V_2 = 100 mL$ من محلول يود البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$ تركيزه المولي $C_2 = 2,0 \times 10^{-1} mol \cdot L^{-1}$. تعطى الثنائيتان : $(I_{2(aq)} / I^-_{(aq)})$ ، $(H_2O_{2(aq)} / H_2O_{(l)})$.

1. أ- أكتب معادلة أكسدة - إرجاع معتمدا على المعادلتين النصفيتين .

ب- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل واستنتج المتفاعل المحد .

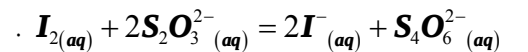
2. نقسم المحلول (S) على عدة أنابيب متماثلة كل منها يحتوي على حجم $V = 20 mL$ وفي اللحظة $t = 3 min$ نضيف إلى الأنبوب الأول ماء وقطع من

الجليد ثم نعاير ثنائي اليود $I_{2(aq)}$ المتشكل بواسطة ثيو كبريتات الصوديوم $(2Na^+_{(aq)} / S_2O_3^{2-}_{(aq)})$ تركيزه المولي $C = 1,0 mol \cdot L^{-1}$ نكرر التجربة السابقة

كل ثلاث دقائق مع بقية الأنابيب ، علما أن حجم الثيو كبريتات المضاف عند التكافؤ هو V_E .

لماذا نضيف الماء وقطع الجليد لكل أنبوب قبل المعايرة ؟

3. نمذج التحويل الكيميائي الحادث أثناء المعايرة بالمعادلة :



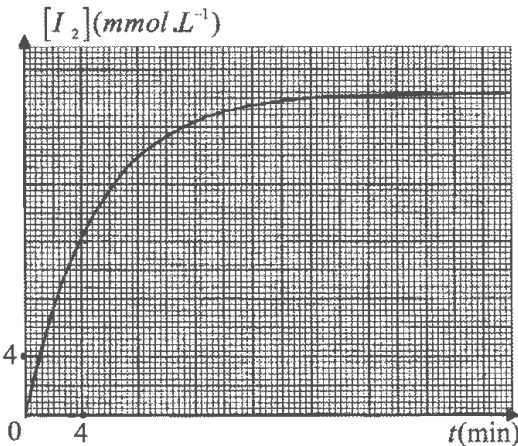
بين أن التركيز المولي لثنائي اليود المتشكل في أي لحظة t يعطى بالعلاقة : $[I_2] = \frac{CV_E}{2V}$.

4. إن دراسة تغيرات التركيز المولي لثنائي اليود المتشكل بدلالة الزمن أعطى البيان (الشكل-1)

أ- استنتج قيمة $[I_2]_f$ في نهاية التفاعل .

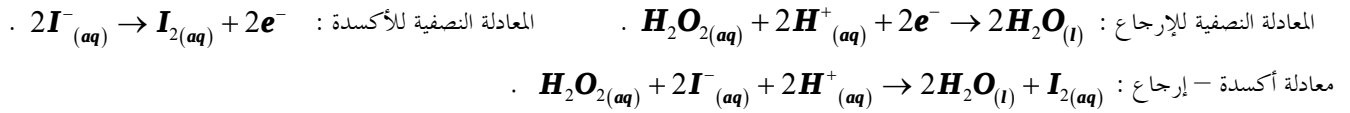
ب- احسب قيمة السرعة الحجمية لتشكل ثنائي اليود I_2 في اللحظة $t = 8 min$.

ج- استنتج سرعة اختفاء الماء الأكسجيني في نفس اللحظة $t = 8 min$.



الشكل-1

1. أ- كتابة معادلة أكسدة - إرجاع .



ب- جدول تقدم التفاعل :

كمية مادة الماء الأكسجيني :

$$n_1 = C_1 \cdot V_1 = 4,5 \times 10^{-2} \times 0,1$$

$$. n_1 = 4,5 \times 10^{-3} \text{ mol} \text{ ومنه :}$$

كمية مادة يود البوتاسيوم :

$$n_2 = C_2 \times V_2 = 2,0 \times 10^{-1} \times 0,1$$

$$. n_2 = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \text{ ومنه :}$$

• استنتاج المتفاعل اخذ

$$. x_{\max} = 10^{-2} \text{ mol} \text{ أي } 2,0 \times 10^{-2} - 2x_{\max} = 0 \text{ أو } x_{\max} = 4,5 \times 10^{-3} \text{ mol} \text{ أي } 4,5 \times 10^{-3} - x_{\max} = 0$$

ومنه : التقدم الأعظمي هو $x_{\max} = 4,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ والمتفاعل اخذ هو الماء الأكسجيني H_2O_2 .

2. نضيف قطع الجليد لتوقيف تشكل ثنائي اليود I_2 ولتتمكن من معايرة كمية مادته الناتجة عند اللحظة t (لحظة أخذ العينة) .

$$. [I_2] = \frac{CV_E}{2V} \text{ 3. إثبات أن :}$$

$$[I_2] \cdot V = \frac{1}{2} CV_E \text{ ، وبالتالي : } \frac{n(I_2)}{1} = \frac{n(S_2O_3^{2-})}{2}$$

$$[I_2]_f = 5,6 \times 4 = 22,4 \text{ mmol.L}^{-1} . [I_2] = \frac{CV_E}{2V} \text{ ومنه :}$$

$$. 4. أ- استنتاج قيمة $[I_2]_f$ في نهاية التفاعل .$$

$$. [I_2]_f = 5,6 \times 4 = 22,4 \text{ mmol.L}^{-1} \text{ من البيان نستنتج :}$$

$$. \text{ ب- حساب السرعة الحجمية لشكل ثنائي اليود } I_2 \text{ في اللحظة } t = 8 \text{ min}$$

$$. \text{ لدينا : } v_{\text{vol}}(I_2) = \frac{d[I_2]}{dt} \text{ وتمثل بيانيا ميل المماس عند اللحظة } t = 8 \text{ min}$$

$$v_{\text{vol}}(I_2) = \frac{18 - 11,6}{8 - 0} = 0,8 \text{ mmol.L}^{-1} . \text{ min}^{-1} \text{ ومنه :}$$

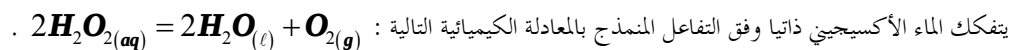
$$. \text{ ج- استنتاج سرعة اختفاء الماء الأكسجيني في نفس اللحظة } t = 8 \text{ min}$$

$$. \text{ لدينا : } v_{H_2O_2} = -\frac{dn_{H_2O_2}}{dt} = \frac{dx}{dt} = V \cdot v_{\text{vol}} = V \cdot v_{\text{vol}}(I_2) \text{ ومنه : } v_{H_2O_2} = 0,2 \times 0,8 = 0,16 \text{ mmol.L}^{-1} . \text{ min}^{-1}$$

علوم تجريبية 2011

التمرين الثالث عشر :

يعرف محلول بيروكسيد الهيدروجين بالماء الأوكسجيني ، الذي يستعمل في تطهير الجروح وتنظيف العدسات اللاصقة وكذلك في التبييض .



1. أقترح على التلاميذ في حصة الأعمال التطبيقية دراسة حركية التحول السابق .

وضع الأستاذ في متناولهم المواد والوسائل التالية :

- قارورة تحتوي على 500mL من الماء الأكسجيني S_0 منتج حديثا كتب عليها ماء أكسجيني 10V (كل 1L من الماء الأكسجيني يحرق 10L من غاز

ثنائي الأكسجين في الشرطين النظاميين ، الحجم المولي $V_M = 22,4 \text{ L/mol}$)

- الزجاجيات :

• حوجة عيارية : 250mL ، 200mL 100mL ، 50mL .

• ماصات عيارية : 1mL ، 5mL ، 10mL وإجاصة مص .

• سحاحة مدرجة سعتها : 50mL .

• بيشر سعتها 250mL .

- قارورة محلول برمنغنات البوتاسيوم محضر حديثا تركيزه المولي بشوارد البرمنغنات $c' = 2,0 \times 10^{-3} \text{mol.L}^{-1}$.

- ماء مقطر .

- قارورة حمض الكبريت المركز 98% .

- حامل .

قام الأستاذ بتفويج التلاميذ إلى أربع مجموعات مصغرة (A ، B ، C ، D) ثم طلب منهم القيام بما يلي :

أولا : تحضير محلول S بحجم 200mL أي بتمديد عينة من المحلول S_0 40 مرة .

1- ضع بروتوكولا تجريبيا لتحضير المحلول S .

2- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل . (تفكك الماء الأكسجيني) .

3- احسب التركيز المولي للمحلول S_0 . استنتج التركيز المولي للمحلول S .

ثانيا : تأخذ كل مجموعة حجما من المحلول S ، وتضيف إليه حجما معينا من محلول يحتوي على شوارد الحديد الثلاثي كوسيط وفق الجدول التالي :

رمز المجموعة	A	B	C	D
حجم الوسيط المضاف (mL)	1	5	0	2
حجم H_2O_2 (mL)	49	45	50	48
حجم الوسيط التفاعلي (mL)	50	50	50	50

1- ما هو دور الوسيط ؟ ما نوع الوساطة ؟

2- تأخذ كل مجموعة ، في لحظات زمنية مختلفة ، حجما مقداره 10mL من الوسيط التفاعلي

الخاص بها ويوضع في الماء البارد والجليد وتجري له عملية المعايرة بمحلول برمنغنات البوتاسيوم الحمضة (بإضافة قطرات من حمض الكبريت المركز) .

أ- ما الغرض من استعمال الماء البارد والجليد ؟

3- سمحت عمليات المعايرة برسم المنحنيات البيانية (الشكل-2) .

أ- حدّد البيان الخاص بكل مجموعة .

ب- اوجد من البيان التركيز المولي للمحلول S المعايير . استنتج التركيز المولي للمحلول

S_0 .

ج- هل النتائج المتواصل إليها متطابقة مع ما هو مسجل على القارورة ؟

الحل المفصل :

أولا : تحضير 200mL محلول S .

1. البروتوكول التجريبي .

حسب قانون التمديد لدينا : $F = \frac{V}{V_0}$ وبالتالي : $V_0 = \frac{V}{F} = \frac{200}{40} = 5\text{mL}$.

إذن الحجم الواجب أخذه من المحلول S_0 هو : $V_0 = 5\text{mL}$.

الأدوات المستعملة : ماصة عيار 5mL ، حوجة سعتها $V = 200\text{mL}$ ، إجاصة مص .

المواد المستعملة : الماء الأكسجيني ، الماء المقطر .

طريقة العمل : بواسطة ماصة عيار 5mL نأخذ حجم $V_0 = 5\text{mL}$ من المحلول S_0 ونضعها في حوجة سعتها $V = 200\text{mL}$ ، نضيف الماء المقطر حتى خط العيار مع الرج للحصول على محلول متجانس .

معادلة التفاعل		$2\text{H}_2\text{O}_{2(aq)} \rightarrow \text{O}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$		
حالة الجملة الكيميائية	التقدم	كمية المادة بـ (mol)		
الحالة الابتدائية	0	n_0	0	0
الحالة الإنتقالية	$x(t)$	$n_0 - 2x(t)$	$x(t)$	$2x(t)$
الحالة النهائية	x_f	$n_0 - 2x_f$	x_f	$2x_f$

1. جدول التقدم .

الشكل المقابل

2. تحديد التركيز المولي للمحلول S_0 .

من جدول التقدم لدينا : $x = n_{(\text{O}_2)}$.

ولدينا : $n_{(\text{O}_2)} = \frac{V_{\text{O}_2}}{V_M}$ إذن : $x = \frac{V_{\text{O}_2}}{V_M}$.

عند تفكك $V' = 1\text{L}$ من الماء الأكسجيني يكون : $C_0 V' - 2x = 0$ وبالتالي : $C_0 = \frac{2x}{V'}$ إذن : $C_0 = \frac{2.V_{\text{O}_2}}{V' . V_M}$.

ومنه : $C_0 = \frac{2 \times 10}{1 \times 22,4} = 0,893\text{mol.L}^{-1}$ ؛ إذن : $C = \frac{C_0}{F} = \frac{0,893}{40} = 2,23 \times 10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$.

ثانيا : المعايرة والوساطة .

1. الوسيط : عامل حركي محفز يعمل على تسريع التفاعل .

نوع الوساطة : متجانسة لأن الوسيط والمتفاعلات يشكلان طوراً واحداً (سائل) .

2. أ- الغرض من إضافة الماء البارد الجليد هو إيقاف تفكك الماء الأكسجيني للتمكن من معايرته .

ب- الغرض من إضافة حمض الكبريت المركز هو تسريع التفاعل .

3. أ- كلما كان تركيز الوسيط أكبر كان التفاعل أسرع

وبالتالي زمن نصف التفاعل أقل . (بإهمال تأثير التركيز المولي للماء الأكسجيني) نستنتج :

ب- استنتاج التركيز المولي للمحلول S ثم المحلول S_0 .

من البيان لما $t = 0$ نجد : $C = 4 \times 5 = 20\text{mmol.L}^{-1}$.

لدينا : $C_0 = F \times C$ وبالتالي : $C_0 = 40 \times 20 = 800\text{mmol.L}^{-1}$ ومنه : $C_0 = 0,8\text{mol.L}^{-1}$.

ج - النتائج : متطابقة في حدود أخطاء القياس .

علوم تجريبية 2011

التمرين الرابع عشر :

لدراسة تطور حركية التحول بين شوارد البيكرومات $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$ ومحلول حمض الأكساليك $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_{4(aq)}$.

نمزج في اللحظة $t = 0\text{s}$ حجماً $V_1 = 40\text{mL}$ من محلول بيكرومات البوتاسيوم $(2\text{K}^+_{(aq)} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}))$ تركيزه المولي $c_1 = 0,2\text{mol.L}^{-1}$ مع حجم

$V_2 = 60\text{mL}$ من محلول حمض الأكساليك تركيزه المولي مجهول c_2 .

1. إذا كانت الثنائيتان المشاركتان في التفاعل هما : $(\text{CO}_{2(aq)} / \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_{4(aq)})$ و $(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) / \text{Cr}^{3+}(\text{aq}))$.

أ- اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل أكسدة-إرجاع النموذج للتحول الكيميائي الحادث .

ب- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل .

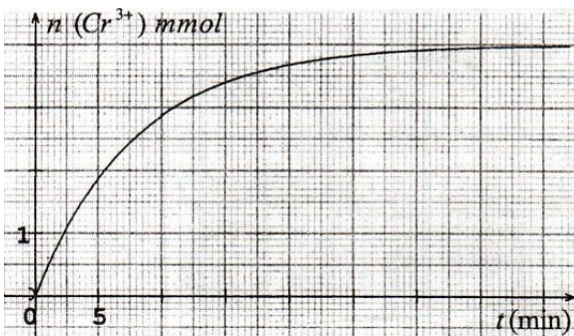
2. يمثل (الشكل-1) المنحنى البياني لتطور كمية مادة $\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$ بدلالة الزمن .

أوجد من البيان :

أ- سرعة تشكل شوارد $\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$ في اللحظة $t = 20\text{min}$.

ب- التقدم النهائي للتفاعل x_f .

ج- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.



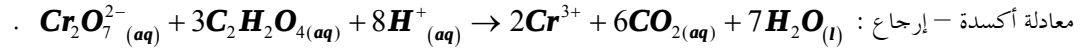
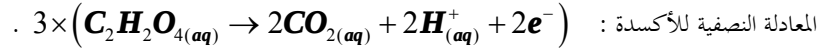
الشكل-1

3. أ- باعتبار التحول تاما عين المتفاعل المحد .

ب- اوجد تركيز المولي لمحول حمض الأوكسليك C_2 .

الحل المفصل :

1. أ- كتابة المعادلة المعبرة عن التفاعل أكسدة-إرجاع النمذج للتحول الكيميائي الحادث :



ب- إنشاء جدول تقدم التفاعل .

معادلة التفاعل		$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 3C_2H_2O_4(aq) + 8H^+(aq) \rightarrow 2Cr^{3+} + 6CO_2(aq) + 7H_2O(l)$					
حالة الجملة الكيميائية	التقدم	كمية المادة بـ (mol)					
الحالة الابتدائية	0	$n_1 = 8.10^{-3}$	$n_2 = c_2 \cdot V_2$	بوفرة	0	0	بوفرة
الحالة الإنتقالية	$x(t)$	$n_1 - x$	$n_2 - 3x$	بوفرة	$2x$	$6x$	بوفرة
الحالة النهائية	x_f	$n_1 - x_f$	$n_2 - 3x_f$	بوفرة	$2x_f$	$6x_f$	بوفرة

كمية مادة بيكرومات البوتاسيوم : $n_1 = c_1 \cdot V_1 = 0,2 \times 40 \times 10^{-3}$ ومنه : $n_1 = 8 \times 10^{-3} \text{ mol}$.

كمية مادة حمض الأكساليك : $n_2 = c_2 \times V_2$.

2. أ- إيجاد سرعة تشكل شوارد $Cr^{3+}(aq)$ في اللحظة $t = 20 \text{ min}$.

لدينا : $v_{Cr^{3+}} = \frac{dn_{Cr^{3+}}}{dt}$ وهي تمثل ميل المماس عند اللحظة $t = 20 \text{ min}$.

وبالتالي : $v_{Cr^{3+}} = \frac{3,7 - 2,9}{20 - 0}$ ، إذن : $v_{Cr^{3+}} = 4 \times 10^{-2} \text{ mmol} \cdot \text{min}^{-1}$.

ب- تحديد التقدم النهائي للتفاعل x_f .

من جدول التقدم لدينا : $n_f(Cr^{3+}) = 2x_f$.

من البيان لدينا : $n_f(Cr^{3+}) = 4 \text{ mmol}$ ، وبالتالي : $x_f = \frac{n_f(Cr^{3+})}{2} = \frac{4}{2} = 2$ ومنه : $x_f = 2 \text{ mmol}$.

ج- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

لدينا : $n_{Cr^{3+}}(t_{1/2}) = \frac{n_f(Cr^{3+})}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ mmol}$ ، وبالتالي : من البيان لما $n_{Cr^{3+}}(t_{1/2}) = \frac{n_f(Cr^{3+})}{2} = 2 \text{ mmol}$ لدينا : $t_{1/2} \approx 6 \text{ min}$.

3. أ- تعيين المتفاعل المحد .

بما أن التحول تام فإن : $x_{\max} = x_f = 2 \text{ mmol}$ وبالتالي : $n_f(Cr_2O_7^{2-}) = n_1 - x_f = 8 - 2 = 6 \text{ mmol}$ إذن : $Cr_2O_7^{2-}$ ليس متفاعل محد .

ومنه المتفاعل المحد هو حمض الأكساليك $C_2H_2O_4$.

ب- إيجاد التركيز المولي لمحول حمض الأوكسليك C_2 .

بما أن المتفاعل المحد هو حمض الأكساليك $C_2H_2O_4$ فإن : $n_f(C_2H_2O_4) = n_2 - 3x_{\max} = 0$.

وبالتالي : $c_2 \cdot V_2 = 3x_{\max}$ أي : $c_2 = \frac{3x_{\max}}{V_2} = \frac{3 \times 2 \times 10^{-3}}{60 \times 10^{-3}}$ ومنه : $c_2 = 0,1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$.