تجميعة البكالوريا

المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي

باك 25

التمرين 01 : بكالوريا 2008

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

$$2H_2O_{2(aq)} = 2H_2O_{(\ell)} + O_{2(g)}$$

(نعتبر أن حجم المحلول يبقى ثابتا خلال مدة التحول، وأن الحجم المولي للغاز في شروط التجربة ، V_M=24 L/mol).

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

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

t(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- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي الحاصل.

2- اكتب عبارة التركيز المولي$[H_2O_2]$ للماء الأوكسجيني في اللحظة t بدلالة :

$[H_2O_2]_0$ ، V_S ، V_M ، V_{O_2}.

3- أ/ أكمل الجدول السابق.

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

جـ/ أعط عبارة السرعة الحجمية للتفاعل الكيميائي .

د/ احسب سرعة التفاعل الكيميائي في اللحظتين $t_1=16min$ و $t_2=24min$. واستنتج كيف تتغير سرعة التفاعل مع الزمن.

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

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

التمرين 02 : بكالوريا 2008

في حصة للأعمال المخبرية، أراد فوج من التلاميذ دراسة التحول الكيميائي الذي يحدث للجملة (مغنزيوم صلب، محلول حمض كلور الماء). فوضع أحد التلاميذ شريطا من المغنزيوم $Mg_{(s)}$ كتلته $m = 36mg$ في دورق، ثم أضاف إليه محلولا لحمض كلور الماء بزيادة، حجمه $30mL$، و سدّ الدورق بعد أن أوصله بتجهيز يسمح بحجز الغاز المنطلق وقياس حجمه من لحظة لأخرى.

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

2- أكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج للتحول الكيميائي التام الحادث في الدورق علما أن الثنائيتين المشاركتين هما: ($H^+_{(aq)}/H_{2(g)}$) ، ($Mg^{2+}_{(aq)}/Mg_{(s)}$)

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

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

أ - مثل جدولا لتقدم التفاعل، ثم استنتج قيم تقدم التفاعل x في الأزمنة المبينة في الجدول:

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

جـ- عيّن سرعة التفاعل في اللحظة $t = 0$.

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

يعطى : - الحجم المولي للغاز في شروط التجربة : $V_M = 24,0\ L.mol^{-1}$

- الكتلة المولية الذرية للمغنزيوم $M_{Mg} = 24\ g.mol^{-1}$

التمرين 03 : بكالوريا 2009

ينمذج التحول الكيميائي الذي يحدث بين شوارد البيروكسو ديكبريتات $(S_2O_8^{2-})$ وشوارد اليود (I^-) في الوسط المائي بتفاعل تام معادلته : $S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} = 2SO_4^{2-}{}_{(aq)} + I_{2(aq)}$

I- لدراسة تطور هذا التفاعل في درجة حرارة ثابتة $(\theta = 35°C)$ بدلالة الزمن ، نمزج في اللحظة $(t=0)$ حجما $V_1 = 100mL$ من محلول مائي لبيروكسو ديكبريتات البوتاسيوم $(2K^+ + S_2O_8^{2-})$ تركيزه المولي $C_1 = 4,0 \times 10^{-2} mol/L$ مع حجم $V_2 = 100mL$ من محلول مائي ليود البوتاسيوم $(K^+ + I^-)$ تركيزه المولي $C_2 = 8,0 \times 10^{-2} mol/L$ فنحصل على مزيج حجمه $V_T = 200mL$.

أ/ أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الحاصل.

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

جـ/ أحسب 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_3 ،..... t_i عينات من المزيج حجم كل عينة $V_0 = 10mL$ ونبردها مباشرة بالماء البارد والجليد وبعدها نعاير ثنائي اليود المتشكل خلال المدة t_i بواسطة محلول مائي لثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})$ تركيزه المولي $C' = 1,5 \times 10^{-2} mol/L$ وفي كل مرة نسجل V' حجم محلول ثيوكبريتات الصوديوم اللازم لاختفاء ثنائي اليود فنحصل على جدول القياسات التالي :

t(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 : $S_4O_{6(aq)}^{2-}/S_2O_{3(aq)}^{2-}$ و $I_{2(aq)}/I^-_{(aq)}$

أكتب المعادلة الإجمالية لتفاعل الأكسدة - إرجاع الحاصل بين الثنائيتين.

جـ/ 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 ملليمترية البيان $[I_2] = f(t)$.

و/ أحسب بيانيا السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $(t = 20\min)$.

التمرين 04 : بكالوريا 2009

بهدف تتبع تطور التحول الكيميائي التام لتأثير حمض كلور الماء $(H^+ + Cl^-)$ على كربونات الكالسيوم. نضع قطعة كتلتها $2,0\ g$ من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ داخل $100\ mL$ من حمض كلور الماء تركيزه المولي $c = 1,0 \times 10^{-1}\ mol \cdot L^{-1}$.

الطريقة الأولى: نقيس ضغط غاز ثنائي أكسيد الكربون المنطلق والمحجوز في دورق حجمه لتر واحد $(1L)$ تحت درجة حرارة ثابتة $T = 25°C$، فكانت النتائج المدونة في الجدول التالي:

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

المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي السابق:

$$CaCO_3(s) + 2H^+(aq) = CO_2(g) + Ca^{2+}(aq) + H_2O(\ell)$$

1- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل السابق.

2- ما العلاقة بين $n_{(CO_2)}$ كمية مادة الغاز المنطلق و x تقدم التفاعل؟

3- بتطبيق قانون الغاز المثالي والذي يعطى بالشكل $(P \cdot V = n \cdot R \cdot T)$، أكمل الجدول السابق.

4- مثّل بيان الدالة $x = f(t)$. يعطى: $R = 8,31\ SI$ ، $1L = 10^{-3} m^3$.

الطريقة الثانية: تتبع قيمة تركيز شوارد الهيدروجين (H^+) في وسط التفاعل بدلالة الزمن أعطت النتائج المدونة في الجدول التالي:

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

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

2- مستعينا بجدول تقدم التفاعل، أوجد العبارة الحرفية التي تعطي $(n_{(H^+)})$ بدلالة التقدم (x) و كمية المادة الابتدائية (n_0) لشوارد الهيدروجين الموجودة.

3- احسب قيمة التقدم (x) في كل لحظة.

4- أنشئ البيان $x = f(t)$. ماذا تستنتج؟

5- حدّد المتفاعل المحد.

6- استنتج $t_{1/2}$ زمن نصف التفاعل.

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

يعطى: $M(O) = 16\ g \cdot mol^{-1}$ ؛ $M(C) = 12\ g \cdot mol^{-1}$ ؛ $M(Ca) = 40\ g \cdot mol^{-1}$.

التمرين 05 : بكالوريا 2010

لمتابعة التطور الزمني للتحول الكيميائي الحاصل بين محلول حمض كلور الهيدروجين ومعدن الزنك، الذي يُنْمَذَجُ بتفاعل كيميائي ذي المعادلة: $Zn(s) + 2H^+(aq) = Zn^{2+}(aq) + H_2(g)$

ندخل في اللحظة $t = 0$ كتلة $m = 1,0\ g$ من معدن الزنك في دورق به $V = 40\ mL$ من محلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي $C = 5,0 \times 10^{-1}\ mol.L^{-1}$.

نعتبر حجم الوسط التفاعلي ثابتا خلال مدة التحول وأن الحجم المولي للغاز في شروط التجربة: $V_M = 25L.mol^{-1}$

نقيس حجم غاز ثنائي الهيدروجين V_{H_2} المنطلق في نفس 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 جدولا لتقدم التفاعل واستنتج العلاقة بين التقدم x وحجم غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق V_{H_2}.

2- أكمل الجدول أعلاه.

3- مثّل البيان $x = f(t)$ باعتماد سلم الرسم التالي:

$1cm \rightarrow 100s$

$1cm \rightarrow 1,0 \times 10^{-3} mol$

4- احسب 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/ احسب التقدم الأعظمي x_{max} واستنتج المتفاعل المحد.

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

يُعطى: $M_{(Zn)} = 65\ g.mol^{-1}$

التمرين 06 : بكالوريا 2010

نأخذ عينة من منظف طبي للجروح 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- اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث، علما أن الثنائيتين الداخلتين في التفاعل هما:

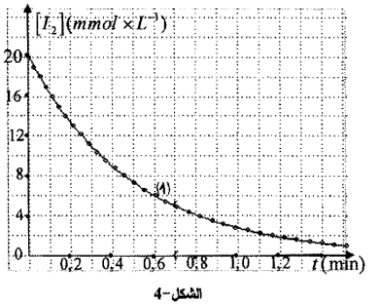
$(Zn^{2+}(aq)/Zn(s))$ ، $(I_2(aq)/I^-(aq))$

2- **التجربة الأولى:** عند درجة الحرارة 20°C نضيف إلى حجم $V = 50mL$ من المنظف قطعة من Zn ، ونتـابع عن طريق المعايرة تغيرات $[I_2(aq)]$ بدلالة الزمن t فنحصل على البيان $[I_2(aq)] = f(t)$ (الشكل-4).

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

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

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



الشكل-4

3- التجربة الثانية: نأخذ نفس الحجم V من نفس العينة عند الدرجة $20°C$، نضعها في حوجلة عيارية سعتها $100\,mL$ ثم نكمل الحجم بواسطة الماء المقطر إلى خط العيار ونسكب محتواها في بيشر ونضيف إلى المحلول قطعة من الزنك.

توقع شكل البيان (2) $[I_2]=g(t)$ وارسمه، كيفيا، في نفس المعلم مع البيان (1) للتجربة الأولى. علل.

4- التجربة الثالثة: نأخذ نفس الحجم V من نفس العينة، نُرفع درجة الحرارة إلى $80°C$، توقع شكل البيان(3) $[I_2]=h(t)$ وارسمه، كيفيا، في نفس المعلم السابق .

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

التمرين 07 : بكالوريا 2011

يعرف محلول بيروكسيد الهيدروجين بالماء الأكسجيني، الذي يستعمل في تطهير الجروح وتنظيف العدسات اللاصقة وكذلك في التبييض. يتفكك الماء الأكسجيني ذاتيا وفق التفاعل المنمذج بالمعادلة الكيميائية التالية:

$$2H_2O_2(aq) \;=\; 2H_2O(\ell) \;+\; O_2(g)$$

أقترح على التلاميذ في حصة الأعمال التطبيقية دراسة حركية التحول السابق. وضع الأستاذ في متناولهم المواد والوسائل التالية:

- قارورة تحتوي على $500\,mL$ من الماء الأكسجيني S_0 منتج حديثا كتب عليها ماء أكسجيني $10V$ (كل $1\,L$ من الماء الأكسجيني يحرر $10\,L$ من غاز ثنائي الأكسجين في الشرطين النظاميين، الحجم المولي: $V_M = 22,4\,L/mol$).
- الزجاجيات: • حوجلات عيارية: $50\,mL$ ؛ $100\,mL$ ؛ $200\,mL$ ؛ $250\,mL$.
  - ماصات عيارية: $1\,mL$ ؛ $5\,mL$ ؛ $10\,mL$ و إجاصة مص.
  - سحاحة مدرجة سعتها: $50\,mL$.
  - بيشر سعته: $250\,mL$.
- قارورة محلول برمنغنات البوتاسيوم محضر حديثا تركيزه المولي بشوارد البرمنغنات $c' = 2,0\times10^{-3}\ mol\cdot L^{-1}$.
- ماء مقطر.
- قارورة حمض الكبريت المركز 98%.
- حامل.

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

أولا: تحضير محلول S بحجم $200\,mL$ 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- أحسب التركيز المولي للمحلول S_0. استنتج التركيز المولي للمحلول S.

ثانيا: تأخذ كل مجموعة حجما من المحلول S، ونضيف 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 الوسط التفاعلي (mL)	50	50	50	50

1- ما دور الوسيط؟ ما نوع الوساطة؟

2- تأخذ كل مجموعة، في لحظات زمنية مختلفة، حجما مقداره $10\,mL$ من الوسط التفاعلي الخاص بها ويوضع في الماء البارد والجليد وتجرى له عملية المعايرة بمحلول برمنغنات البوتاسيوم المحمضة (بإضافة قطرات من حمض الكبريت المركز). ما الغرض من استعمال الماء البارد والجليد؟

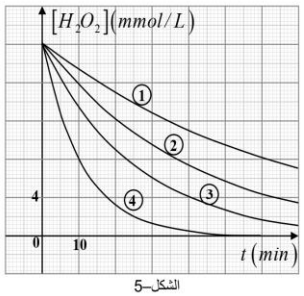
3- سمحت عمليات المعايرة برسم المنحنيات البيانية (الشكل-5).

أ- حدّد البيان الخاص بكل مجموعة.

ب- أوجد من البيان التركيز المولي للمحلول S المعاير.

استنتج التركيز المولي للمحلول S_0.

جـ- هل النتائج المتوصل إليها متطابقة مع ما هو مسجل على القارورة؟



الشكل-5

التمرين 08 : بكالوريا 2011

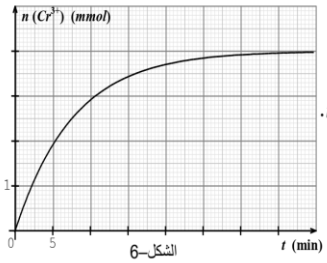
لدراسة تطور حركية التحول بين شوارد البيكرومات $Cr_2O_7^{2-}(aq)$ ومحلول حمض الأوكساليك $C_2H_2O_4(aq)$، نمزج في اللحظة $t=0s$ حجما $V_1=40\,mL$ من محلول بيكرومات البوتاسيوم $(2K^+(aq)+Cr_2O_7^{2-}(aq))$ تركيزه المولي $c_1=0,2\ mol.L^{-1}$ مع حجم $V_2=60\,mL$ من محلول حمض الأوكساليك تركيزه المولي مجهول c_2.

1- إذا كانت الثنائيتان المشاركتان في التفاعل هما: $CO_2(aq)/C_2H_2O_4(aq)$ و $Cr_2O_7^{2-}(aq)/Cr^{3+}(aq)$

أ- أكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل أكسدة – إرجاع المنمذج للتحول الكيميائي الحادث.

ب- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

2- يمثل (الشكل-6) المنحنى البياني لتطور كمية مادة $Cr^{3+}(aq)$ بدلالة الزمن.



الشكل-6

أوجد من البيان:

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

ب- التقدم النهائي للتفاعل x_f.

جـ- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

3- أ – باعتبار التحول تاما عيّن المتفاعل المحد.

ب – أوجد التركيز المولي لمحلول حمض الأوكساليك c_2.

التمرين 09 : بكالوريا 2012

لدراسة تطور التفاعل الحادث بين محلول حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4(aq)$ ومحلول بيكرومات البوتاسيوم $(2K^+(aq)+Cr_2O_7^{2-}(aq))$ بدلالة الزمن، حضّرنا مزيجا تفاعليا يحتوي على حجم $V_1=100\,mL$ من محلول حمض الأوكساليك الذي تركيزه المولي $c_1=3,0\times10^{-2}\ mol\cdot L^{-1}$ وحجم $V_2=100\,mL$ من محلول بيكرومات البوتاسيوم الذي تركيزه المولي $c_2=0,8\times10^{-2}\ mol\cdot L^{-1}$ وبضع قطرات من حمض الكبريت المركز. نتابع تطور المزيج التفاعلي من خلال معايرة شوارد الكروم $Cr^{3+}(aq)$ المتشكلة بدلالة الزمن فنحصل على المنحنى البياني (الشكل – 7) الذي يمثل تطور التركيز المولي لشوارد الكروم $[Cr^{3+}(aq)]$ بدلالة الزمن t.

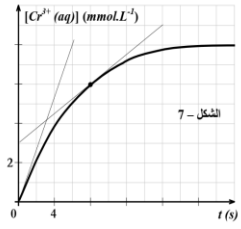
1- كيف نصنف هذا التفاعل من حيث مدة استغراقه؟

2- اعتمادا على المعطيات والمنحنى البياني أكمل جدول التقدم المميز لهذا التفاعل.

(انقل الجدول الآتي على ورقة الإجابة):

	$3H_2C_2O_4(aq)+Cr_2O_7^{2-}(aq)+8H^+(aq)=2Cr^{3+}(aq)+6CO_2(aq)+7H_2O(\ell)$				
الحالة	كمية المادة $(mmol)$				
الابتدائية	بوفرة		بوفرة		
الانتقالية	بوفرة		بوفرة		
النهائية	بوفرة		بوفرة		

هل التفاعل تام أم غير تام؟ لماذا؟



3- عرّف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$، ثم قدّر قيمته بيانيا.

4- أ- عرّف السرعة الحجمية v للتفاعل، ثم عبّر عنها بدلالة التركيز المولي لشوارد الكروم $[Cr^{3+}(aq)]$.

ب- أحسب السرعة الحجمية في اللحظتين $t=0$ و $t=8\,s$.

جـ- فسّر على المستوى المجهري تناقص هذه السّرعة مع مرور الزمن.

التمرين 10 : بكالوريا 2012

لأجل الدراسة الحركية لتفاعل يود البوتاسيوم مع الماء الأكسجيني، نحضر في بيشر في اللحظة $t=0$ المزيج التفاعلي S المشكل من الحجم $V_1=368\,mL$ من محلول يود البوتاسيوم الذي تركيزه المولي $c_1=0,05\ mol\cdot L^{-1}$ والحجم $V_2=32\,mL$ من الماء الأكسجيني الذي تركيزه المولي $c_2=0,10\ mol\cdot L^{-1}$ وكمية كافية من حمض الكبريت المركز، فيتم إرجاع الماء الأكسجيني بواسطة شوارد اليود $I^-(aq)$ وفق تفاعل بطيء ينتج عنه ثنائي اليود.

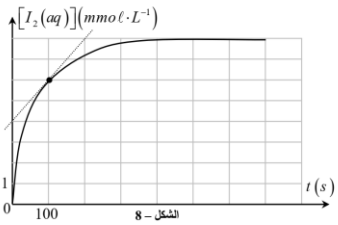
ننمذج التفاعل الكيميائي الحادث بالمعادلة الآتية:

$$H_2O_2(aq)+2I^-(aq)+2H^+(aq)=2H_2O(\ell)+I_2(aq)$$

نتابع التطور الحركي للتفاعل من خلال قياس التركيز المولي لثنائي اليود المتشكل في لحظات زمنية متعاقبة، وذلك باستعمال طريقة المعايرة اللونية الأتية:

نأخذ في اللحظة t عينة حجمها $V=40,0\,mL$ من المزيج التفاعلي S ونسكبها في بيشر يحتوي الجليد المنصهر والنشاء، فيتلون المزيج بالأزرق، بعد ذلك نضيف تدريجيا إلى هذه العينة محلولا مائيا لثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+(aq)+S_2O_3^{2-}(aq))$ الذي تركيزه المولي $c_3=0,10\ mol\cdot L^{-1}$ إلى غاية اختفاء اللون الأزرق. باستغلال الحجم V_E لثيوكبريتات الصوديوم المُضاف ومعادلة تفاعل المعايرة نستنتج التركيز المولي لثنائي اليود في اللحظة t.

نعيد العملية في لحظات متعاقبة، ثم نرسم تطور التركيز المولي لثنائي اليود $[I_2(aq)]$ المتشكل بدلالة الزمن t فنحصل على المنحنى البياني (الشكل- 8).



الشكل – 8

1- أ- ارسم بشكل تخطيطي عملية المعايرة.

ب- ما هي الوسيلة التي نستعملها لأخذ $40\,mL$ من المزيج التفاعلي؟

جـ- اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

الثنائيتان مرجع/مؤكسد المساهمتان في هذا التحول هما:

$$I_2(aq)/I^-(aq) \quad \text{و} \quad S_4O_6^{2-}(aq)/S_2O_3^{2-}(aq)$$

2- عرّف التكافؤ، ثم جد العبارة الحرفية الموافقة للتركيز المولي لثنائي اليود $[I_2(aq)]$ بدلالة الحجم V والحجم V_E والتركيز المولي c_3 لثيوكبريتات الصوديوم.

3- أنشئ جدولا للتقدم المميز لتفاعل يود البوتاسيوم والماء الأكسجيني وبيّن أن الماء الأكسجيني هو المتفاعل المحد.

4- عرّف v السرعة الحجمية للتفاعل، ثم احسب قيمتها في اللحظة $t=100\,s$.

5- جد بيانيا زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

التمرين 11 : بكالوريا 2014

لدراسة حركية التفاعل الكيميائي البطيء والتام بين الماء الأكسجيني $H_2O_2(aq)$ ومحلول يود البوتاسيوم $\left(K^+(aq)+I^-(aq)\right)$ في وسط حمضي والمنمذج بالمعادلة:

$$H_2O_2(aq)+2I^-(aq)+2H_3O^+(aq)=I_2(aq)+4H_2O(\ell)$$

مزجنا في بيشر عند اللحظة $t=0$ ودرجة الحرارة $25°C$، حجما $V_1=100\ mL$ من محلول الماء الأكسجيني تركيزه المولي $c_1=4,5\times10^{-2}\ mol\cdot L^{-1}$ مع حجم $V_2=100\ mL$ من محلول يود البوتاسيوم تركيزه المولي $c_2=6,0\times10^{-2}\ mol\cdot L^{-1}$ ويضع قطرات من محلول حمض الكبريت المركز $\left(2H_3O^+(aq)+SO_4^{2-}(aq)\right)$.

I-1) اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع.

2) احسب كميتي المادة $n_0(H_2O_2)$ للماء الأكسجيني و $n_0(I^-)$ لشوارد اليود في المزيج الابتدائي.

3) أعد كتابة جدول التقدم للتفاعل وأكمله.

معادلة التفاعل	$H_2O_2(aq)+2I^-(aq)+2H_3O^+(aq)=I_2(aq)+4H_2O(\ell)$					
حالة الجملة	التقدم	كميات المادة بـ (mol)				
الابتدائية	0			بوفرة		بوفرة
الانتقالية	x					
النهائية	x_f				3×10^{-3}	

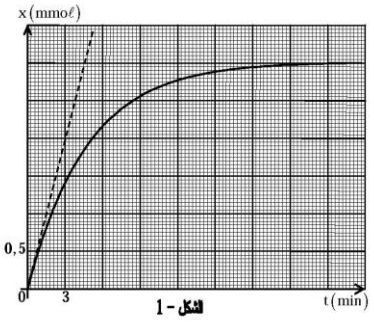
- استنتج المتفاعل المحد.

II- لتحديد كمية ثنائي اليود $I_2(aq)$ المتشكلة في لحظات زمنية مختلفة t، نأخذ في كل مرة نفس الحجم من المزيج التفاعلي ونضع فيه (ماء + جليد) ويضع قطرات من صمغ النشاء ونعايره بمحلول لثيوكبريتات الصوديوم $\left(2Na^+(aq)+S_2O_3^{2-}(aq)\right)$ معلوم التركيز.

معالجة النتائج المتحصل عليها مكنتنا من رسم المنحنى $x=f(t)$ الممثل لتطور تقدم التفاعل الكيميائي المدروس في المزيج الأصلي بدلالة الزمن (الشكل-1).

1) أ- ما الهدف من إضافة الماء والجليد؟

ب- ضع رسمًا تخطيطيًا للتجهيز التجريبي المستخدم في عملية المعايرة.



الشكل-1

2) أ- عرّف واكتب عبارة السرعة الحجمية للتفاعل.

ب- احسب السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظتين $t_0=0$ و $t_1=9\min$.

ج- عبّر عن سرعة اختفاء شوارد $I^-(aq)$ بدلالة السرعة الحجمية للتفاعل واحسب قيمتها في اللحظة t_1.

التمرين 12 : بكالوريا 2014

وضعنا في بيشر حجما $V_0=250\ mL$ من مادة مطهرة تحتوي على ثنائي اليود $I_2(aq)$ بتركيز $c_0=2,0\cdot10^{-2}mol\cdot L^{-1}$ ثمّ أضفنا له عند درجة حرارة ثابتة، قطعة من معدن الزنك $Zn(s)$ كتلتها $m=0,5g$.

التحول الكيميائي البطيء والتام الحادث بين ثنائي اليود والزنك ينمذج بتفاعل كيميائي معادلته:

$$Zn(s)+I_2(aq)=Zn^{2+}(aq)+2I^-(aq)$$

متابعة التحول عن طريق قياس الناقلية النوعية σ للمزيج التفاعلي في لحظات زمنية مختلفة مكنتنا من الحصول على جدول القياسات التالي:

$t(\times10^2 s)$	0	1	2	4	6	8	10	12	14	16
$\sigma(S\cdot m^{-1})$	0	0,18	0,26	0,38	0,45	0,49	0,50	0,51	0,52	0,52
$x(mmol)$										

1) اشرح لماذا يمكن متابعة هذا التحول عن طريق قياس الناقلية النوعية.

2) احسب كمية المادة الابتدائية للمتفاعلين.

3) أنجز جدولا لتقدم التفاعل الحادث.

4) أ- اكتب عبارة الناقلية النوعية σ للمزيج التفاعلي بدلالة التقدم x.

ب- أكمل الجدول السابق.

ج- ارسم المنحنى $x=f(t)$.

5) أ- عرّف زمن نصف التفاعل $t_{½}$ ثم عيّن قيمته.

ب- جد قيمة السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظتين $t_1=400s$ و $t_2=1000s$.

ج- فسّر مجهرياً تطور السرعة الحجمية للتفاعل.

يعطى: $M(Zn)=65,4g\cdot mol^{-1}$ ؛ $\lambda_{Zn^{2+}}=10,56mS\cdot m^2\cdot mol^{-1}$ ؛ $\lambda_{I^-}=7,70mS\cdot m^2\cdot mol^{-1}$.

التمرين 13 : بكالوريا 2015

عند اللحظة $t=0$ نمزج حجماً $V_1=50\ mL$ من محلول برمنغنات البوتاسيوم $(K^+ + MnO_4^-)$ المحمض تركيزه المولي $c_1=0,2\ mol/L$ وحجماً $V_2=50\ mL$ من محلول لحمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$ تركيزه المولي $c_2=0,6\ mol/L$.

تعطى الثنائيات (Ox/Red) الداخلة في التفاعل: $(CO_{2(aq)}/H_2C_2O_{4(aq)})$ و $(MnO_{4(aq)}^-/Mn^{2+}_{(aq)})$

1- أعط تعريف كل من المؤكسد والمرجع.

2- اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع واستنتج معادلة تفاعل الأكسدة الإرجاعية.

3- أنشئ جدول تقدم التفاعل.

4- هل المزيج الابتدائي في الشروط الستوكيومترية للتفاعل؟

5- لمتابعة تطور التفاعل نسجل خلال كل دقيقة التركيز المولي للمزيج بشوارد البرمنغنات MnO_4^- في الجدول التالي:

$t(\min)$	0	1	2	3	4	5	6	7
$[MnO_4^-](\times10^{-3}mol\cdot L^{-1})$	100	98	92	60	30	12	5	3

أ- احسب التركيز المولي الابتدائي لـ MnO_4^- و $H_2C_2O_4$ في المزيج.

ب- بيّن أن التركيز المولي $[Mn^{2+}]$ عند اللحظة t يعطى بالعلاقة: $[Mn^{2+}](t)=\frac{c_1}{2}-[MnO_4^-](t)$

ج- ارسم منحنى تغيرات $[MnO_4^-]$ بدلالة الزمن **على ورقة ميليمترية ترفق مع ورقة الإجابة.**

د- أوجد عبارة السرعة الحجمية للتفاعل بدلالة $[MnO_4^-](t)$ ثم احسب قيمتها في اللحظة $t=2\min$.

التمرين 14 : بكالوريا 2016

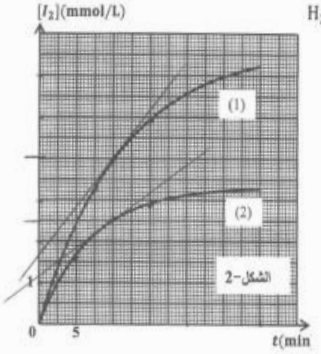
لأجل إجراء دراسة حركية للتحول الكيميائي التام والبطيء بين محلول يود البوتاسيوم $(K^+(aq)+I^-(aq))$ والماء الأكسجيني $H_2O_2(aq)$ لهما نفس التركيز المولي $C=0,1\ mol/L$، نحضر في اللحظة $t=0$ وعند نفس درجة الحرارة المزيجين التاليين:

المزيج الأول: $4\ mL$ من $H_2O_2(aq)$ و $36\ mL$ من $(K^+(aq)+I^-(aq))$

المزيج الثاني: $2\ mL$ من $H_2O_2(aq)$ و $20\ mL$ من $(K^+(aq)+I^-(aq))$

نضيف لكل مزيج كمية من الماء المقطر وقطرات من حمض الكبريت المركز، فيصبح حجم المزيج التفاعلي لكل منهما $V=60\ mL$. يُنمذَج التحول الحادث في كل مزيج بالمعادلة الكيميائية التالية:

$$H_2O_2(aq)+2I^-(aq)+2H^+(aq)=I_2(aq)+2H_2O(l)$$



الشكل-2

1- اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع، ثم استنتج الثنائيتين (ox/red) المشاركتين في التفاعل.

2 - أ- احسب كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات في كل مزيج.

ب- انشئ جدول التقدم للتفاعل الحادث في المزيج الأول.

3 - البيانان (1) و(2) في الشكل-2 يمثلان على الترتيب تطور تركيز ثنائي اليود المتشكل في كل مزيج بدلالة الزمن.

أ - احسب تركيز ثنائي اليود المتشكل في الحالة النهائية في المزيج الأول.

ب - استنتج من البيان(1) تركيز ثنائي اليود المتشكل في اللحظة $t=30\ min$.

ج - هل يتوقف التفاعل في المزيج(1) عند $t=30\ min$ ؟ علل.

4 - أ - اوجد عبارة السرعة الحجمية لتشكل ثنائي اليود بدلالة التركيز $[I_2]$.

ب - احسب السرعة الحجمية للتفاعل في كلا المزيجين عند اللحظة $t=10\ min$. ماذا تستنتج؟

التمرين 15 : بكالوريا 2016

نحضر ماء جافيل من تفاعل غاز ثنائي الكلور $C\ell_2(g)$ مع محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+(aq)+HO^-(aq))$ بتفاعل كيميائي تام يُنمذَجُ بمعادلة التفاعل التالية: $C\ell_2(g)+2HO^-(aq)=C\ell O^-(aq)+C\ell^-(aq)+H_2O(\ell)$

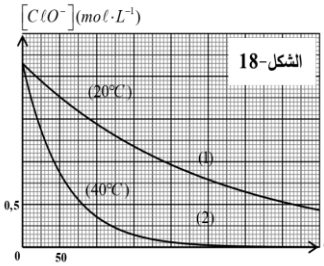
1. تُعرَّف الدرجة الكلورومترية $(°Chl)$ بأنها توافق عدد لترات غاز ثنائي الكلور في الشرطين النظاميين اللازم استعمالها لتحضير لتر واحد من ماء جافيل. بيّن أن: $°Chl=C_0\cdot V_M$

حيث: $V_M=22,4L\cdot mol^{-1}$ هو الحجم المولي للغاز و c_0 هو التركيز المولي لماء جافيل.

2. نأخذ العينة (A) من ماء جافيل المحفوظ عند درجة الحرارة $20°C$ تركيزه المولي بشوارد الهيبوكلوريت $C\ell O^-$ هو c_0، ونمدّدها 4 مرات ليصبح تركيزه المولي c_1. نأخذ منها حجما $V_1=2mL$ ونضيف إليها كمية كافية من يود البوتاسيوم $(K^+(aq)+I^-(aq))$ في وسط حمضي فيتشكل ثنائي اليود $I_2(aq)$ وفق تفاعل تام يُنمذَج بالمعادلة التالية:

$$C\ell O^-(aq)+2I^-(aq)+2H_3O^+(aq)=I_2(aq)+C\ell^-(aq)+3H_2O(\ell)$$

نعاير ثنائي اليود المتشكل في نهاية التفاعل بمحلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+(aq)+S_2O_3^{2-}(aq))$ تركيزه بالشوارد $S_2O_3^{2-}$ هو $c_2=10^{-1}mol\cdot L^{-1}$ بوجود كاشف ملون (صمغ النشا أو التيودان) فيكون حجم ثيوكبريتات الصوديوم المضاف عند التكافؤ $V_E=20mL$.



الشكل-18

تعطى الثنائيتين (Ox/Red) الداخلتين في تفاعل المعايرة: $(I_2(aq)/I^-(aq))$ و $(S_4O_6^{2-}(aq)/S_2O_3^{2-}(aq))$

أ- اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع ثم معادلة التفاعل أكسدة-إرجاع المُنمذَج لتحول المعايرة.

ب- بيّن أن: $c_1=\frac{c_2\cdot V_E}{2V_1}$

ج- احسب c_1 ثم استنتج c_0 و $°Chl$.

3. يتفكك ماء جافيل وفق تحول تام وبطيء، معادلته الكيميائية: $2C\ell O^-(aq)=2C\ell^-(aq)+O_2(g)$

يمثل الشكل-18 أعلاه المنحنيين البيانيين لتغيرات تركيز شوارد $C\ell O^-$ بدلالة الزمن الناتجين عن المتابعة الزمنية لتطور عينتين من ماء جافيل حضرتا بنفس الدرجة الكلورومترية للعينة (A) عند درجتي الحرارة $20°C$ بالنسبة للعينة (1) و $40°C$ بالنسبة للعينة (2). العينتان حديثتا الصنع عند اللحظة $t=0$.

أ- استنتج بيانيا التركيز الابتدائي للعينتين (1) و (2) بالشوارد $C\ell O^-$. هل العينة (A) السابقة حديثة الصنع؟

ب- اكتب عبارة السرعة الحجمية لاختفاء الشوارد $C\ell O^-$، ثم احسب قيمتها في اللحظة $t=50\ jours$ بالنسبة لكل عينة. قارن بين القيمتين، ماذا تستنتج؟

ج- ما هي النتيجة التي نستخلصها من هذه الدراسة للحفاظ على ماء جافيل لمدة أطول؟

التمرين 16 : بكالوريا 2016 – د2

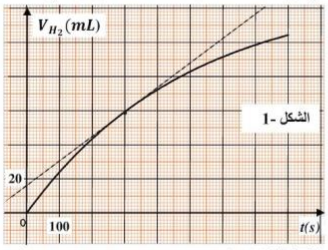
يتفاعل محلول حمض كلور الهيدروجين $(H_3O^+(aq) + Cl^-(aq))$ مع الألمنيوم وفق تفاعل تام منتجا غاز ثنائي الهيدروجين وشوارد الألمنيوم (Al^{3+}).

في اللحظة t = 0 ندخل عينة كتلتها $m = 0{,}810\ g$ من حبيبات الألمنيوم في بالون(دورق) يحتوي على حجم $V=60mL$ من محلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي $c = 0{,}180\ mol \cdot L^{-1}$. نغلق البالون بسدادة مزودة بأنبوب انطلاق موصول بمقياس غاز مدرج ومنكس في حوض مائي لجمع الغاز الناتج وقياس حجمه في لحظات مختلفة. النتائج المتحصل عليها مكنتنا من رسم البيان الممثل لتطور حجم الغاز المنطلق بدلالة الزمن $V_{H_2} = f(t)$ (الشكل-1).

نمذج التحول الكيميائي الحادث بالمعادلة الكيميائية التالية:

$$2Al(s)+6H_3O^+(aq)=2Al^{3+}(aq)+3H_2(g)+6H_2O(l)$$

1- اكتب المعادلتين النصفيتين الإلكترونيتين للأكسدة والإرجاع مع تحديد الثنائيتين Ox/Red المشاركتين في التفاعل.



الشكل -1

2- أ. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي الحادث.

ب. جد قيمة التقدم الأعظمي x_{max} ثم حدّد المتفاعل المحد.

3- أ . جد العلاقة بين تقدم التفاعل $x(t)$ وحجم غاز ثنائي الهيدروجين الناتج $V_{H_2}(t)$.

ب. استنتج حجم غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق عند نهاية التفاعل $V_f(H_2)$.

جـ. بيّن أن حجم غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق في زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ يعطى بالعلاقة : $V_{H_2}(t_{1/2}) = \frac{V_f(H_2)}{2}$، ثم استنتج قيمة $t_{1/2}$.

4- أ. بيّن أن سرعة التفاعل في اللحظة t تعطى بالعلاقة: $v = \frac{1}{3V_M} \cdot \frac{dV_{H_2}(t)}{dt}$

ب. احسب قيمة هذه السرعة في اللحظة $t = 300\ s$.

المعطيات: $M(Al) = 27\ g \cdot mol^{-1}$، الحجم المولي في شروط التجربة $V_M = 24\ L \cdot mol^{-1}$

التمرين 17 : بكالوريا 2016 -د2

لدراسة حركية تحول كيميائي تام، غمرنا في لحظة $t=0$ صفيحة من النحاس كتلتها $m = 3{,}175g$ في حجم قدره $V = 200mL$ تام من محلول نترات الفضة $(Ag^+(aq) + NO_3^-(aq))$ تركيزه المولي c_0. سمحت لنا متابعة تطور هذا التحول من رسم البيان الممثل في الشكل-20 الذي يعبر عن تغيرات كتلة الفضة المتشكلة بدلالة الزمن $m_{Ag} = f(t)$.

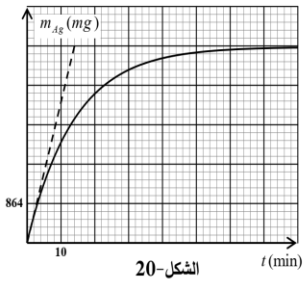
معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول هي: $Cu(s) + 2Ag^+(aq) = Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

1. هل التحول الحادث سريع أم بطيء؟ برر إجابتك.
2. حدّد الثنائيتين Ox/Red المشاركتين في التفاعل واكتب عندئذ المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع.
3. انشئ جدولاً لتقدم التفاعل واحسب قيمة التقدم الأعظمي x_{max}.
4. احسب c_0 التركيز المولي الابتدائي لمحلول نترات الفضة.
5. جد التركيب المولي (حصيلة المادة) في الحالة النهائية.
6. عَرّف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ وحدّد قيمته بيانيا.
7. أ- بيّن أن السرعة اللحظية لتشكل الفضة تعطى بالعبارة:

$$v_{Ag}(t) = \frac{1}{M_{Ag}} \cdot \frac{dm_{Ag}(t)}{dt}$$

حيث: M_{Ag} الكتلة المولية للفضة.

ب- احسب سرعة التفاعل في اللحظة $t=0$.



الشكل-20

يعطى: $M(Cu) = 63{,}5g \cdot mol^{-1}$ ، $M(Ag) = 108g \cdot mol^{-1}$

التمرين 18 : بكالوريا 2017- د2

معطيات: $\lambda_{CH_3COO^-} = 4{,}09 \times 10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$، $\lambda_{Na^+} = 5{,}01 \times 10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$، $\lambda_{HO^-} = 19{,}9 \times 10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$

I. يهدف الدراسة الحركية لتفاعل التصبن لأستر E صيغته الجزيئية المجملة $C_4H_8O_2$، نمزج في بيشر حجما $V_1 = 100\ mL$ من محلول الصود $(Na^+(aq) + HO^-(aq))$ تركيزه المولي $C_1 = 0{,}1\ mol/L$ مع $0{,}01\ mol$ من الأستر E (سائل نقي) ليصبح حجم الوسط التفاعلي V_T في الدرجة 25^0C.

1) أعط جميع الصيغ نصف المفصلة للأستر E مع تسمية كل منها.

2) إنّ هذا الأستر نتج من تفاعل حمض الايثانويك CH_3COOH والايثانول C_2H_5OH.

اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحاصل في البيشر بين محلول الصود والأستر E مستعملا الصيغ نصف المفصلة.

II. تابعنا تطور هذا التفاعل عن طريق قياس الناقلية G للوسط التفاعلي خلال فترات زمنية مختلفة وسجلنا النتائج في الجدول الآتي:

$t(s)$	0	30	60	90	120	150	180	210
$G(mS)$	46,20	18,60	12,40	12,30	11,15	10,80	10,70	10,70

1) فسّر تناقص الناقلية G مع تطور التفاعل.

2) نُسمي K ثابت الخلية و σ الناقلية النوعية حيث $G = K \times \sigma$.

أ) جد عبارة الناقلية G_0 في اللحظة $t=0$ بدلالة K, C_1, V_1, V_T والناقليات النوعية المولية الشاردية λ_i.

ب) بالاستعانة بجدول تقدم التفاعل، بيّن أن عبارة الناقلية G في اللحظة t تعطى بالعلاقة:

$$G = G_0 + \frac{K}{V_T} x(\lambda_{CH_3COO^-} - \lambda_{HO^-})$$

جـ) ارسم على ورقة ملمترية $G = f(t)$ بأخذ سلم الرسم: $1cm \longrightarrow 5mS$ و $1cm \longrightarrow 30s$

د) عرّف سرعة التفاعل واحسب قيمتها عند اللحظة $t=0$ علما أن $\frac{K}{V_T} = 185{,}5\ (SI)$

هـ) أثبت أن الناقلية $G(t)$ عند زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ تعطى بالعلاقة: $G(t_{1/2}) = \frac{G_0 + G_f}{2}$

- استنتج قيمة $t_{1/2}$.

التمرين 19 : بكالوريا 2017

ندخل في اللحظة $t=0$ كتلة قدرها $m = 2g$ من المغنزيوم في بيشر يحتوي على $50mL$ من محلول حمض كلور الهيدروجين $\left(H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)\right)$ تركيزه المولي $c_0 = 10^{-2} mol/L$، فيحدث التحول الكيميائي المنمذج بالمعادلة التالية: $Mg(s) + 2H_3O^+(aq) = Mg^{2+}(aq) + 2H_2O(l) + H_2(g)$

1) اكتب المعادلتين النصفيتين الإلكترونيتين للأكسدة والإرجاع ثم استنتج الثنائيتين (Ox/Red) المشاركتين في هذا التحول الكيميائي.

2) إن قياس الـ pH للمحلول الناتج في لحظات مختلفة أعطى النتائج المدونة في الجدول التالي:

$t(min)$	0	2	4	6	8	10	12	14
pH	2,00	2,12	2,27	2,44	2,66	2,95	3,41	4,36
$[H_3O^+] \times 10^{-3} mol/L$								
$[Mg^{2+}] \times 10^{-3} mol/L$								

أ) أنجز جدول التقدم للتفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث.

ب) بيّن أن المغنزيوم موجود بالزيادة في المحلول.

جـ) بيّن أن التركيز المولي للشوارد Mg^{2+} يعطى في كل لحظة بالعلاقة التالية:

$$[Mg^{2+}](t) = \frac{1}{2}\left(10^{-2} - [H_3O^+](t)\right)$$ ثم أكمل الجدول أعلاه.

د) ارسم في نفس المعلم البيان (1) الموافق لـ $[Mg^{2+}] = f(t)$ والبيان (2) الموافق لـ $[H_3O^+] = g(t)$

هـ) باستعمال البيان (1) احسب السرعة الحجمية لتشكل شوارد المغنزيوم Mg^{2+} في اللحظة $t = 2min$ ثم استنتج السرعة الحجمية لاختفاء شوارد الهيدرونيوم H_3O^+ عند نفس اللحظة.

و) تأكد من قيمة السرعة الحجمية لاختفاء شوارد الهيدرونيوم H_3O^+ باستعمال المنحنى (2).

3-أ) عرّف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

ب) احسب التركيز المولي لكل من شوارد الهيدرونيوم وشوارد المغنزيوم في اللحظة $t = t_{1/2}$ ثم استنتج قيمة $t_{1/2}$ بيانيا.

تعطى: الكتلة المولية الذرية للمغنزيوم $M(Mg) = 24\ g/mol$

التمرين 20 : بكالوريا 2018

نقرأ على لصيقة قارورة منظّف تجاري يحتوي على حمض اللاكتيك ذي الصيغة الجزيئية $C_3H_6O_3$ المعلومات التالية:

- الكتلة المولية الجزيئية لحمض اللاكتيك : $M(C_3H_6O_3) = 90g.mol^{-1}$
- الكتلة الحجمية للمنظف التجاري: $\rho = 1{,}13Kg.L^{-1}$
- يُفرغ المنظّف التجاري المركّز في الجهاز المُراد تنظيفه مع التسخين.

يُستعمل هذا المنظف لإزالة الطبقة الكلسية المترسبة على جدران سخّان مائي والمُشكلة أساسا من كربونات الكالسيوم $CaCO_3(s)$.

من أجل دراسة فعالية هذا المنظّف التجاري وتحديد نسبته المئوية الكتلية $P\%$ ، نحقّق التجربتين الآتيتين:

التجربة الأولى:

1. نُحضّر محلولا (S) حجمه $V_s = 500mL$ وتركيزه المولي c_a مخففا 100 مرة، انطلاقا من المنظّف التجاري الذي تركيزه المولي c_0.

1.1. ما هو حجم المحلول التجاري V_0 الواجب استعماله لتحضير المحلول (S)؟

2.1. اذكر البروتوكول التجريبي اللازم لتحضير المحلول (S).

2. لدراسة حركية تفاعل حمض اللاكتيك مع كربونات الكالسيوم $CaCO_3(s)$ المُنمذج بالمعادلة:

$$CaCO_3(s) + 2C_3H_6O_3(aq) = CO_2(g) + Ca^{2+}(aq) + 2C_3H_5O_3^-(aq) + H_2O(l)$$

نُدخل في دورق حجمه $V = 600mL$، الكتلة $m = 0{,}3g$ من كربونات الكالسيوم $CaCO_3(s)$، ونسكب فيه عند اللحظة $t=0$ حجما $V_a = 120mL$ من المحلول (S). نقيس في كل لحظة ضغط غاز ثاني أكسيد الفحم $P(CO_2)$ داخل الدّورق عند درجة حرارة ثابتة $25°C$. بواسطة لاقط الضغط لجهاز الـ $ExAO$ تحصلنا على البيان الممثل في الشكل-3 .

1.2. في ظروف التجربة يمكن اعتبار الغاز CO_2 مثالي.

بالاعتماد على جدول التقدم، أوجد عبارة التقدم $x(t)$ للتفاعل عند لحظة t بدلالة : V_{CO_2}، T، $P_{CO_2}(t)$ و R.

2.2. حدّد قيمة التقدم النهائي X_f، ثم أثبت أنّ هذا التفاعل تام.

3.2. حدّد بيانيا زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

4.2. خلال عملية إزالة الترسّبات الكلسية يُطلب استعمال المنظف التجاري مركّزا مع التسخين، ما هو أثر هذين العاملين على المدة الزمنية اللازمة لإزالة الراسب؟ علّل إجابتك.

يُعطى: $M(CaCO_3) = 100g\ moL^{-1}$ ، ثابت الغازات المثالية : $R = 8{,}314SI$.

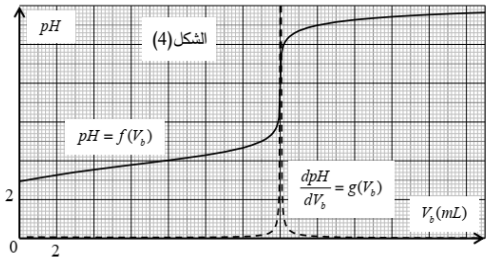
التجربة الثانية:

من أجل تحديد النسبة المئوية الكتلية $P\%$ لحمض اللاكتيك في المنظّف التجاري، نأخذ حجما $V'_a = 5mL$ من المحلول (S)، ونضيف إليه $100mL$ من الماء المقطر، ثم نعايّر المحلول الناتج عن طريق قياس الـ pH بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+(aq) + OH^-(aq))$ ذي التركيز المولي $C_b = 0{,}02mol.L^{-1}$.

1. مثّل برسم تخطيطي التركيب التجريبي للمعايرة معينا أسماء المعدات والمحاليل.

2. اكتب المعادلة الكيميائية المُنمذجة للتحول الحادث أثناء المعايرة.

3. يُمثّل الشكل –4– المنحنيين البيانيين: $pH = f(V_b)$ و $\frac{dpH}{dV_b} = g(V_b)$.



1.3. في رأيك، ما هو سبب إضافة الماء المقطر إلى الحجم V_a'؟ هل يؤثر ذلك على حجم الأساس المسكوب عند التكافؤ؟ علّل.

2.3. احسب التركيز المولي c_a، ثم استنتج التركيز المولي c_0 للمنظّف التجاري.

3.3. احسب كتلة حمض اللاكتيك المتواجدة في $1L$ من المنظّف التجاري، ثم استنتج النسبة المئوية $P\%$.

التمرين 21 : بكالوريا 2019

تُصنّف التحولات الكيميائية إلى تامة وغير تامة.

نقترح في هذا التمرين دراسة تحولين أحدهما تام والآخر غير تام.

أولا: دراسة تفاعل الكحول (B) ذي الصيغة المجملة C_3H_8O مع شوارد البرمنغنات MnO_4^-

المعطيات:

- الكتلة المولية الجزيئية للكحول (B): $M(B) = 60g \cdot mol^{-1}$.

نضع في إيرلينة ماير موضوعة فوق مخلاط مغناطيسي حجما $V_0 = 50mL$ من محلول برمنغنات البوتاسيوم $(K^+(aq) + MnO_4^-(aq))$ تركيزه المولي $c_0 = 0,1mol \cdot L^{-1}$، المحمّض بحمض الكبريت المركز.
في اللحظة $t = 0$ نضيف للمزيج كتلة قدرها $m = 3,75g$ من الكحول (B) ذي الصيغة الجزيئية المجملة C_3H_8O، حيث يصبح حجم الوسط التفاعلي $V_T = 60mL$. التحوّل الكيميائي الحادث بطيء، نُنمذِجه بالمعادلة الكيميائية:

$$5C_3H_8O(l) + 2MnO_4^-(aq) + 6H^+(aq) = 5C_3H_6O(l) + 2Mn^{2+}(aq) + 8H_2O(l)$$

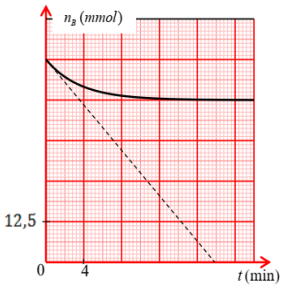
1. عرّف كل من المؤكسِد والمُرجِع.

2. بيّن أنّ التفاعل الحادث هو تفاعل أكسدة–إرجاع، ثم اكتب الثنائيتين Ox/Red المشاركتين في التفاعل.

3. وضّح دور حمض الكبريت المركّز في هذا التفاعل.

4. أنشئ جدولاً لتقدّم التفاعل واحسب قيمة التقدّم الأعظمي x_{max}.

5. المتابعة الزّمنية لتطور كمّية مادة الكحول (B)، مكّنتنا من رسم المنحنى البيّاني الممثّل بالشكل 3.



الشكل 3. تطور كمّية مادة الكحول (B) بدلالة الزمن

1.5. حدّد قيمة التقدّم النهائي x_f ثمّ أثبت أنّ هذا التفاعل تام.

2.5. عرّف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ثمّ حدّد بيانياً قيمته.

3.5. احسب السرعة الحجمية لاختفاء الكحول (B) في اللحظة $t = 0$.

ثانيا: دراسة تفاعل الكحول (B) مع حمض الايثانويك (CH_3COOH).

لتحديد صِنف الكحول (B)، نجري تفاعل أسترة لمزيج ابتدائي متساوي المولات $(50mmol$ من الكحول (B) و $50mmol$ من حمض الايثانويك $(A))$ مع إضافة قطرات من حمض الكبريت المركّز.

نُسخّن المزيج بالارتداد لمدة ساعة.

1. وضّح دور حمض الكبريت المركّز في هذا التفاعل.

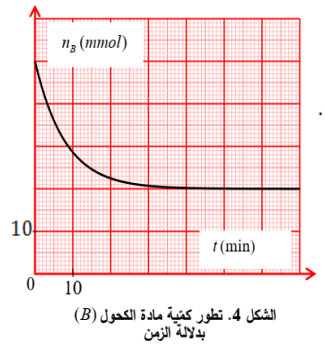
2. اكتب معادلة التفاعل الحادث.

3. أنشئ جدولاً لتقدّم التفاعل واحسب قيمة التقدّم الأعظمي x_{max}.

4. المنحنى البياني الممثّل بالشكل 4 يُمثّل تطور كمّية مادة الكحول (B) بدلالة الزمن:

1.4. اكتب بروتوكولا تجريبيا توضح فيه كيفية الحصول على المنحنى البياني الشكل 4.

2.4. حدّد قيمة التقدّم النهائي x_f وأثبت أنّ هذا التفاعل غير تام.



الشكل 4. تطور كمّية مادة الكحول (B) بدلالة الزمن

3.4. احسب مردود التفاعل واستنتج صِنف الكحول (B).

5. دعّم هذه الجملة بالتفسير أكثر «يمكن الحصول على الإستر السابق بتفاعل آخر تام، سريع وناشر للحرارة».

التمرين 22 : بكالوريا 2022

تسمح المراقبة المستمرة لدرجة حموضة الحليب بالتأكد من جودته أي من صلاحية تناوله.

يستعمل حمض اللاكتيك $(C_3H_6O_3)$ كمادة مضافة في الصناعات الغذائية وفي الصيدلة ضد بعض أمراض الجلد كما يستعمل في التخلص من الترسبات التي تتشكل خلال الاستعمال المتكرر للأواني مثل آلة تحضير القهوة وهو قابل للتفكك ولا يهاجم الأجزاء المعدنية للآلة ... الحليب الطازج قليل الحموضة، يصبح غير صالح للاستهلاك كلما كانت حمضيته كبيرة.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة المدة الزمنية اللازمة للتخلص من الترسبات ومراقبة جودة الحليب.

معطيات:

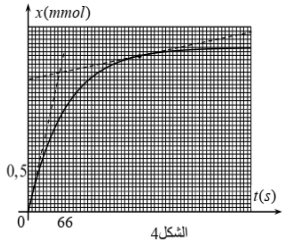
- الكتلة المولية الجزيئية لكربونات الكالسيوم: $M(CaCO_3) = 100\ g \cdot mol^{-1}$؛
- نرمز لحمض اللاكتيك بـ AH ولأساسه المرافق بـ A^-؛
- الكتلة المولية الجزيئية لحمض اللاكتيك: $M(C_3H_6O_3) = 90\ g \cdot mol^{-1}$.

أ- دراسة المدة الزمنية اللازمة للتخلص من الترسبات

يتفاعل حمض اللاكتيك مع كربونات الكالسيوم $(CaCO_3(s))$ وفق تفاعل تام ينمذج بالمعادلة التالية:

$$CaCO_3(s) + 2AH(aq) = Ca^{2+}(aq) + 2A^-(aq) + H_2O(\ell) + CO_2(g)$$

ندخل كتلة m من $CaCO_3(s)$ في بالون يحتوي على محلول AH حجمه $V = 10\ mL$ تركيزه المولي $c = 5,8\ mol \cdot L^{-1}$، عند درجة حرارة ثابتة $25°C$.



الشكل4

1. سمحت المتابعة الزمنية للتفاعل بالحصول على البيان الممثل لتطور تقدم التفاعل x بدلالة الزمن t (الشكل4).

1.1. هل التفاعل الحادث سريع أم بطيء؟ علّل.

2.1. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل واستنتج المتفاعل المُحد.

3.1. احسب قيمة m كتلة كربونات الكالسيوم المستعملة.

2. حدّد لحظة توقف التفاعل.

3. كيف تتأكد ماكروسكوبيا (عيانيا) من توقف التفاعل؟

4. السرعة الحجمية للتفاعل:

1.4. أعط عبارة السرعة الحجمية للتفاعل ثمّ احسب قيمتها في اللحظة $t_1 = 0$ واللحظة $t_2 = 200\ s$.

2.4. كيف تتطور هذه السرعة بمرور الزمن؟ فسّر مجهريا هذا التطور.

5. عند استغلال هذا التفاعل لتنظيف آلة تحضير القهوة من ترسبات كربونات الكالسيوم، وجدنا في دليل استعمال حمض اللاكتيك العبارة التالية: " من أجل نتائج أفضل استعمل المحلول دون تخفيفه" علّل.

ب–مراقبة جودة الحليب

لأجل مراقبة جودة الحليب، نعاير حجما $V_a = 25mL$ من حليب مخفف بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $c_b = 5 \times 10^{-2}\ mol \cdot L^{-1}$.

1. اكتب معادلة تفاعل المعايرة، باعتبار حمض اللاكتيك هو الحمض الوحيد الموجود بالحليب المعاير.

2. احسب التركيز المولي c_a لحمض اللاكتيك علما أنّ حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف عند التكافؤ $V_{bE} = 12,5mL$.

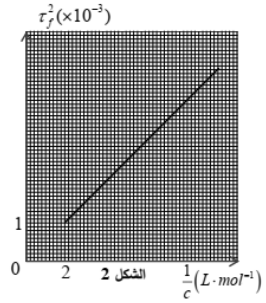
3. في الصناعات الغذائية، يُعبّر عن حمضية الحليب بدرجة "دورنيك" (°D)Dornic، حيث (1°D) توافق $0,1g$ من حمض اللاكتيك لكل $1L$ من حليب. لكي يكون الحليب صالحا للاستهلاك يجب أن لا تتجاوز حمضيته (18°D)، هل يمكن اعتبار الحليب المدروس صالحا للاستهلاك؟

التمرين 23 : بكالوريا 2022

حمض الأزوتيد (النيتروز) صيغته الكيميائية HNO_2 يتواجد على شكل محلول ذي لون أزرق فاتح، يُستخدم في الصناعات الورقية والنسيجية.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض الأزوتيد مع الماء والمتابعة الزمنية لتفكّكه الذاتي في وسط مائي.

I. نُحضّر محلولا مائيا (S_0) لحمض الأزوتيد HNO_2 تركيزه المولي $c_0 = 0,5mol.L^{-1}$ وحجمه V_0، قِسنا pH المحلول (S_0) فوجدنا القيمة $pH = 1,8$ عند درجة حرارة $\theta = 25°C$.



الشكل 2

1. أعط تعريف الحمض حسب برونشتد.

2. اكتب معادلة التفاعل المنمذجة للتحول الحادث بين حمض الأزوتيد والماء.

3. أنجز جدول تقدم التفاعل.

4. جِد عبارة نسبة التقدم النهائي τ_f بدلالة الـ pH و c_0 واحسب قيمتها. هل حمض الأزوتيد قوي أم ضعيف؟ علّل.

5. نُحضّر عدّة محاليل مُمدّدة انطلاقا من المحلول (S_0).

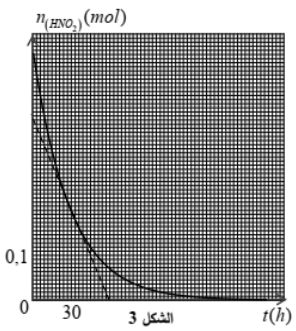
قياس pH هذه المحاليل وحساب τ_f في كل محلول مكّنتنا من رسم المنحنى البياني (الشكل 2) الممثّل لتغيرات τ_f^2 بدلالة مقلوب التركيز المولي للمحلول الحمضي $\frac{1}{c}$، من أجل التقريب التالي: $1 - \tau_f \approx 1$.

1.5. جِد عبارة ثابت التوازن K للتفاعل الحادث بين حمض الأزوتيد والماء بدلالة τ_f و c تركيز المحلول المُمدّد.

2.5. استنتج من البيان قيمة ثابت التوازن K للتفاعل الحادث.

3.5. ماهو تأثير التراكيز المولية الابتدائية على كل من τ_f و K عند نفس درجة حرارة الوسط التفاعلي؟

II. حمض الأزوتيد في الوسط المائي غير مُستقر، يتفكّك ذاتيا وفق تفاعل تام. سمحت إحدى طرق متابعة تفكّك حمض الأزوتيد مع مرور الزمن عند درجة حرارة $\theta = 25°C$ من رسم المنحنى البياني المُبيّن في (الشكل3) والذي يُمثل تطور كمّية مادة HNO_2 بدلالة الزمن t.



الشكل 3

1. كيف نُصنّف هذا التحول من حيث مُدّة إستغراقه؟ علّل.

2. اكتب معادلة التفاعل المنمذجة للتحول الحادث علما أنّ الثنائيتين المُشاركتين في التفاعل هما:

$(NO_3^-(aq) / HNO_2(aq))$ ، $(HNO_2(aq) / NO(g))$

3. بالاستعانة بجدول التقدم استنتج قيمة التقدم الأعظمي X_{max}.

4. عرّف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ثم حدّد قيمته من البيان.

5. احسب سرعة التفاعل عند اللّحظة $t = 30h$.

التمرين 01 : بكالوريا 2008

نتمذج التحول الكيميائي الحاصل بين المغنيزيوم Mg ومحلول حمض كلور الهيدروجين بتفاعل أكسدة – إرجاع معادلته:

$$Mg(s)+2H_3O^+(aq)=2H_2O(\ell)+Mg^{2+}(aq)+H_2(g)$$

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

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

1- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

2- أكمل جدول القياسات حيث x يمثل تقدم التفاعل.

t(min)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$V_{H_2}(mL)$	0	336	625	810	910	970	985	985	985
$x(10^{-2}mol)$									

3- أرسم المنحنى البياني $x=f(t)$ بسلم رسم مناسب.

4- عيّن التقدم النهائي x_f للتفاعل الكيميائي وحدد المتفاعل المحدّ.

5- احسب سرعة تشكل ثنائي الهيدروجين في اللحظتين $t=0\,\min$ ، $t=3\,\min$.

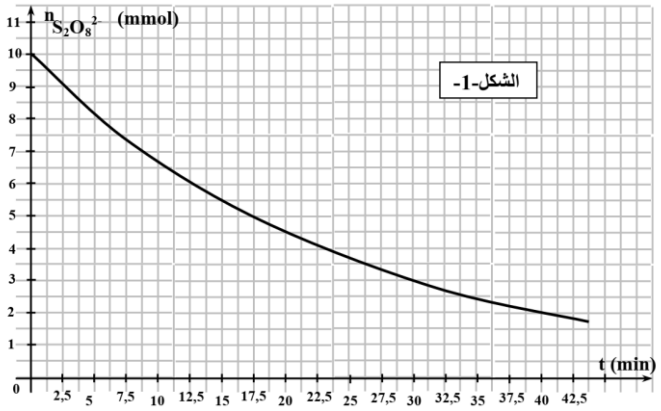
6- عيّن زمن نصف التفاعل $t_{½}$.

7- احسب تركيز شوارد الهيدرونيوم H_3O^+ في الوسط التفاعلي عند انتهاء التحول الكيميائي.

نأخذ: $M(Mg)=24,3\,g/mol$ ، الحجم المولي في شروط التجربة $V_M=24\,L/mol$.

التمرين 02 : بكالوريا 2008

نريد دراسة تطور التحول الكيميائي الحاصل بين شوارد محلول (S_1) لبيروكسوديكبريتات البوتاسيوم $(2K^+_{(aq)}+S_2O_8^{2-}{}_{(aq)})$ و شوارد محلول (S_2) ليود البوتاسيوم $(K^+_{(aq)}+I^-_{(aq)})$ في درجة حرارة ثابتة. لهذا الغرض نمزج في اللحظة $t=0$ حجما $V_1=50mL$ من المحلول (S_1) تركيزه المولي $C_2=1,0\ mol.L^{-1}$ مع حجم $V_2=50mL$ من المحلول (S_2) تركيزه المولي $C_1=2,0\times10^{-1}mol.L^{-1}$. نتابع تغيرات كمية مادة $S_2O_8^{2-}$ المتبقية في الوسط التفاعلي في لحظات زمنية مختلفة، فنحصل على البيان الموضح.الشكل-3:



نتمذج التحول الكيميائي الحاصل بالتفاعل الذي معادلته:

$$2I^-_{(aq)}+S_2O_8^{2-}{}_{(aq)}=I_{2(aq)}+2SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

1- حدّد الثنائيتين ox/red المشاركتين في التفاعل.

2- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

3- حدّد المتفاعل المحد علما أن التحول تام.

4- عرّف زمن نصف التفاعل $(t_{½})$ واستنتج قيمته بيانيا.

5- أوجد التراكيز المولية للأنواع الكيميائية المتواجدة في الوسط التفاعلي عند اللحظة $t_{½}$.

6- استنتج بيانيا قيمة السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $t=10\,\min$.

التمرين 03 : بكالوريا 2009

يُحفظ الماء الاكسجيني (محلول لبروكسيد الهيدروجين $H_2O_2(aq)$) في قارورات خاصة بسبب تفككه الذاتي البطيء . تحمل الورقة الملصقة على قارورته في المختبر الكتابة ماء اكسجيني $(10V)$، وتعني أن $(1L)$من الماء الاكسجيني ينتج بعد تفككه $10L$ من غاز ثنائي الأكسجين في الشرطين النظاميين حيث الحجم المولي $V_m=22.4\,L.mol^{-1}$

1- ينمذج التفكك الذاتي للماء الاكسجيني بالتفاعل ذي المعادلة الكيميائية التالية:

$$2H_2O_{2(aq)}=2H_2O_{(l)}+O_{2(g)}$$

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

ب- نضع في حوجلة حجما V_1 من الماء الاكسجيني و نكمل الحجم بالماء المقطر إلى $100\ mL$.

- كيف تسمى هذه العملية ؟
- استنتج الحجم V_1 علما أن المحلول الناتج تركيزه المولي $C_1=0,1mol\times L^{-1}$.

2- لغرض التأكد من الكتابة السابقة $(10V)$ عايرنا $20\ mL$ من المحلول الممدد بواسطة محلول برمنغنات البوتاسيوم $(K^+_{(aq)}+MnO_{4(aq)}^-)$ المحمض ، تركيزه المولي $C_2=0,02mol.L^{-1}$ فكان الحجم المضاف عند التكافؤ $V_E=38mL$.

أ- اكتب معادلة التفاعل أكسدة – إرجاع لتحول المنمذج لتحول المعايرة علما أن الثنائيتين الداخلتين في التفاعل هما: $(O_{2(g)}/H_2O_{2(l)})$ و $(MnO_{4(aq)}^-/Mn_{(aq)}^{2+})$.

التمرين 24 : بكالوريا 2023

التمرين الثاني: (07 نقاط)

يشكّل حمض الإيثانويك ذو الصيغة CH_3COOH المكوّن الأساسي للخل التّجاري بعد الماء، ويستعمل هذا الحمض كمتفاعل في العديد من تفاعلات تصنيع الكثير من المواد العطرية والمذيبات. حمض الإيثانويك يمكن اصطناعه في المخبر بأكسدة الإيثانول $C_2H_5OH(l)$ بواسطة محلول ثاني كرومات البوتاسيوم $(2K^+(aq)+Cr_2O_7^{2-}(aq))$.

يهدف هذا التّمرين إلى دراسة حركية تفاعل اصطناع حمض الإيثانويك، وتحديد ثابت حموضة الثّنائية $(CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq))$.

معطيات: – الإيثانول: الكتلة الحجمية $\rho=0,8g.mL^{-1}$ ، الكتلة المولية $M(C_2H_5OH)=46g.mol^{-1}$

– كل القياسات تمّت في درجة حرارة 25^0C

I- دراسة حركية تفاعل اصطناع حمض الإيثانويك:

1. وصف تطور التّحول الكيميائي الحادث:

نمزج في حوجلة، في لحظة نعتبرها مبدأ للأزمنة $t=0$، حجما $V_1=100mL$ من محلول ثاني كرومات البوتاسيوم تركيزه المولي $c=0,5mol.L^{-1}$، مع حجم $V_2=3,4mL$ من الإيثانول النّقي، بوجود حمض الكبريت المركّز بكفاية، فينتج حمض الإيثانويك وفق تحول تام وبطيء ننمذجه بتفاعل أكسدة – إرجاع، معادلته:

$$2Cr_2O_7^{2-}(aq)+3C_2H_5OH(aq)+16H^+(aq)=4Cr^{3+}(aq)+3CH_3COOH(aq)+11H_2O(l)$$

1.1. بين أنّ التّفاعل الكيميائي الحادث هو تفاعل أكسدة – إرجاع، ثمّ اكتب الثّنائيتين المشاركتين في التّفاعل.

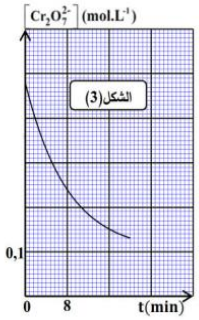
2.1. وضّح دور حمض الكبريت المركز في هذا التحول.

3.1. تأكّد أنّ كميّة مادّة المتفاعلات الابتدائية هي: $n_0(Cr_2O_7^{2-})=50mmol$ ، $n_0(C_2H_5OH)=60mmol$

4.1. أنجز جدولا يصف تقدّم التفاعل، ثمّ استنتج قيمة التقدّم الأعظمي X_{max}.

2. المتابعة الزمنية للتّحول الكيميائي الحادث:

سمحت إحدى طرق المتابعة الزمنية للتّحول الكيميائي الحادث من تمثيل منحنى الشكل(3) الممثّل لتغيرات $\left[Cr_2O_7^{2-}\right]$ بدلالة الزمن.



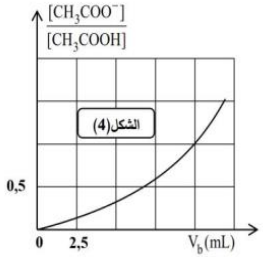
1.2. بيّن أنّ $\left[Cr_2O_7^{2-}\right]$ يعطى في كل لحظة بالعبارة:

$\left[Cr_2O_7^{2-}\right](t)=0,48-19,34.x(t)$ (حيث $\left[Cr_2O_7^{2-}\right]$ بـ $mol.L^{-1}$ و x بـ mol)

2.2. عرّف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$، ثم حدّد قيمته بيانيا.

II- تحديد ثابت حموضة الثنائية $(CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq))$:

بغرض تحقيق هذا الهدف، تمّ تحضير محلول لحمض الإيثانويك حجمه $V_a=20mL$ بتركيز مولي c_a، ومعايرته بمحلول أساسي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+(aq)+HO^-(aq))$ تركيزه المولي $c_b=10^{-2}mol.L^{-1}$. بواسطة برمجية خاصة تحصّلنا على منحنى تغيرات $\frac{[CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]}$ بدلالة حجم المحلول الأساسي المسكوب V_b (الشكل(4)).



1. اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

2. استنتج من المنحنى البياني حجم المحلول الأساسي المسكوب عند التكافؤ V_{bE}، ثم احسب قيمة c_a.

3. من أجل $\left[CH_3COO^-(aq)\right]=2\left[CH_3COOH(aq)\right]$، قمنا بقياس pH الوسط التفاعلي فوجدناه $pH=5,1$. استنتج قيمة ثابت الحموضة pK_A للثنائية $(CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq))$.

ملاحظة :

الجزء الثاني من التمرين خاص بالوحدة الرابعة

(تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن)

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

التمرين 04 : بكالوريا 2010

نمزج في اللحظة $t=0$ حجما $V_1=200mL$ من محلول مائي لبيروكسودي كبريتات البوتاسيوم $(2K^+(aq)+S_2O_8^{2-}(aq))$ تركيزه المولي $C_1=4,00\times10^{-2}mol.L^{-1}$ مع حجم $V_2=200mL$ من محلول مائي ليود البوتاسيوم $(K^+(aq)+I^-(aq))$ تركيزه المولي $C_2=4,0\times10^{-1}mol.L^{-1}$.

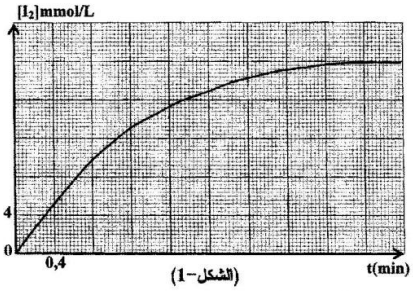
1- إذا علمت أن الثنائيتين (Ox/Red) الداخلتين في التحول الكيميائي الحاصل هما:

$(S_2O_8^{2-}(aq)/SO_4^{2-}(aq))$ و $(I_2(aq)/I^-(aq))$.

أ/ اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل أكسدة - إرجاع المنمذج للتحول الكيميائي الحاصل.

ب/ أنجز جدولا لتقدم التفاعل الحادث. استنتج المتفاعل المحد.

2- توجد عدة تقنيات لمتابعة 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).



(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 $V=10mL$ من الوسط التفاعلي في أزمنة مختلفة (توضع العينة مباشرة لحظة أخذها في الماء والجليد) ثم تعاير بمحلول مائي لثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+(aq)+S_2O_3^{2-}(aq))$ تركيزه المولي $C'=1,0\times10^{-2}mol\ell.L^{-1}$.

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

أ/ اذكر الخواص الأساسية للتفاعل الكيميائي المنمذج للتحول الكيميائي الحاصل بين ثيوكبريتات الصوديوم وثنائي اليود.

ب/ اوجد عبارة $[I_2]$ بدلالة كل من: V ; C' ; V_E. حيث: V_E هو حجم محلول ثيوكبريتات الصوديوم اللازم لبلوغ نقطة التكافؤ E.

جـ- احسب الحجم المضاف V_E في اللحظة $t=1,2\min$.

التمرين 05 : بكالوريا 2010

نحضر محلولا (S) بمزج حجم $V_1=100mL$ من الماء الأكسجيني H_2O_2 تركيزه المولي $C_1=4,5.10^{-2}mol.L^{-1}$ مع حجم $V_2=100mL$ من محلول يود البوتاسيوم $(K^+(aq)+I^-(aq))$ تركيزه المولي $C_2=2,0.10^{-1}mol.L^{-1}$. تعطى الثنائيتان: $(I_2(aq)/I^-(aq))$ ، $(H_2O_2(aq)/H_2O(l))$.

1 - أ/ اكتب معادلة التفاعل 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 $V=20mL$ وفي اللحظة $t=3\min$ نضيف إلى الأنبوب الأول ماء وقطع من الجليد ثم نعاير ثنائي اليود $I_2(aq)$ المتشكل بواسطة ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+(aq)+S_2O_3^{2-}(aq))$ تركيزه المولي $C=1,0mol.L^{-1}$ نكرر التجربة السابقة كل ثلاث دقائق مع بقية الأنابيب، علما أن حجم الثيوكبريتات المضاف عند التكافؤ هو V_E.

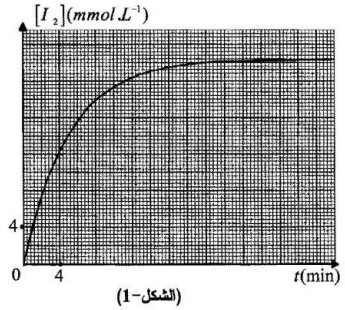
لماذا نضيف الماء وقطع الجليد لكل أنبوب قبل المعايرة ؟

3 - ننمذج التحول الكيميائي الحادث أثناء المعايرة بالمعادلة:

$$I_2(aq)+2S_2O_3^{2-}(aq)=2I^-(aq)+S_4O_6^{2-}(aq)$$

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).



(الشكل-1)

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

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

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

التمرين 06 : بكالوريا 2012

نسكب في بيشر حجما $V_1=50mL$ من محلول يود البوتاسيوم $(K^+(aq)+I^-(aq))$ تركيزه المولي $c_1=3,2\times10^{-1}mol\cdot L^{-1}$، ثم نضيف له حجما $V_2=50mL$ من محلول بيروكسوديكبريتات البوتاسيوم $(2K^+(aq)+S_2O_8^{2-}(aq))$ تركيزه المولي $c_2=0,20mol\cdot L^{-1}$. نلاحظ أن المزيج التفاعلي يصفر، ثم يأخذ لونا بنياً نتيجة التشكل التدريجي لثنائي اليود $I_2(aq)$ وأن الثنائيتين المشاركتين في التفاعل هما: $S_2O_8^{2-}(aq)/SO_4^{2-}(aq)$ و $I_2(aq)/I^-(aq)$.

1- اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث.

2- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل، ثم عيّن المتفاعل المحد.

3- بيّن أن التركيز المولي لثنائي اليود المتشكل $I_2(aq)$ في كل لحظة t يعطى بالعلاقة:

$$[I_2(aq)]=\frac{c_1V_1}{2V}-\frac{[I^-(aq)]}{2}$$ حيث: $V=V_1+V_2$.

4- سمحت إحدى طرق متابعة التحول الكيميائي بحساب التركيز المولي لشوارد اليود $[I^-(aq)]$ كل $5\ min$ في المزيج التفاعلي ودوّنت النتائج في الجدول التالي:

$t(min)$	0	5	10	15	20	25
$[I^-(aq)](10^{-2}mol\cdot L^{-1})$	16,0	12,0	9,6	7,7	6,1	5,1
$[I_2(aq)](10^{-2}mol\cdot L^{-1})$						

أ-أكمل الجدول، ثم ارسم المنحنى البياني $[I_2(aq)]=f(t)$ **على ورقة ميليمترية ترفق مع ورقة الإجابة.**

ب-عرّف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ، ثم عيّن قيمته.

جـ-احسب سرعة التفاعل في اللحظة $t=20min$، ثم استنتج سرعة اختفاء شوارد اليود في نفس اللحظة.

التمرين 07 : بكالوريا 2013

لمتابعة تطور تفاعل حمض الأكساليك $H_2C_2O_4\ (aq)$ مع شوارد ثنائي الكرومات $Cr_2O_7^{2-}\ (aq)$، نمزج في اللحظة: $t=0\ min$ حجما: $V_1=50mL$ من محلول حمض الأكساليك، تركيزه المولي: $c_1=12\ mmol/L$ مع حجم: $V_2=50\ mL$ من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم $(2K^+(aq)+Cr_2O_7^{2-}(aq))$ تركيزه المولي: $c_2=16\ mmol/L$ وبوجود وفرة من حمض الكبريت المركز. ننمذج التحول الحاصل بالمعادلة التالية:

$$3H_2C_2O_4(aq)+Cr_2O_7^{2-}(aq)+8H^+(aq)=6CO_2(g)+2Cr^{3+}(aq)+7H_2O(l)$$

1- أ- حدّد الثنائيتين Ox / Red المشاركتين في التفاعل.

ب- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل ، ثمّ حدّد المتفاعل المُحد.

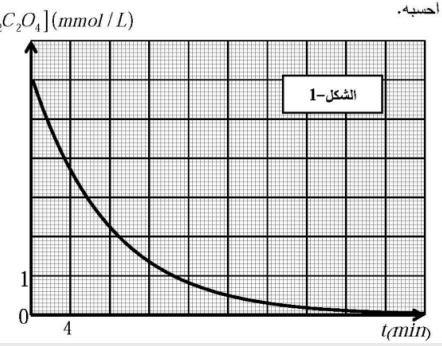
2- البيان يمثّل تغيرات التركيز المولي لحمض الأكساليك بدلالة الزمن (الشكل-1).

أ- عرّف السرعة الحجمية للتفاعل.

ب- بيّن أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل في أي لحظة تكتب بالعلاقة : $v=-\frac{1}{3}\times\frac{d[H_2C_2O_4]}{dt}$

جـ- احسب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة: $t=12\ min$

3 - عرّف زمن نصف التفاعل، ثمّ احسبه.



التمرين 08 : بكالوريا 2013

التمرين التجريبي: (03 نقاط)

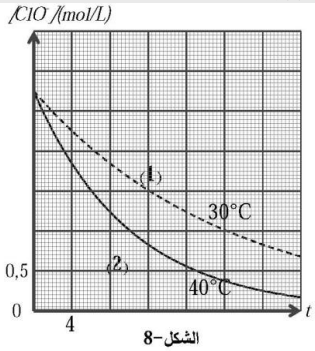
كتب على قارورة ماء جافيل المعلومات التالية:

- يحفظ في مكان بارد معزولا عن الأشعة الضوئية.
- لا يمزج مع منتوجات أخرى.
- بملامسته لمحلول حمضي ينتج غاز سام.

إنّ ماء جافيل منتوج شائع، يستعمل في التنظيف والتطهير.

نحصل على ماء جافيل من تفاعل غاز ثنائي الكلور Cl_2 مع محلول هيدروكسيد الصوديوم $((Na^+(aq)+HO^-(aq))$

ينمذج هذا التحول بالمعادلة (1):



الشكل-8

$$Cl_2(g)+2HO^-(aq)=ClO^-(aq)+Cl^-(aq)+H_2O(l)\text{-------}(1)$$

يتفكك ماء جافيل ببطء في الشروط العادية وفق المعادلة (2):

$$2ClO^-(aq)=2Cl^-(aq)+O_2(g)\text{-------}(2)$$

أما في وسط حمضي ينمذج التفاعل وفق المعادلة (3):

$$ClO^-(aq)+Cl^-(aq)+2H_3O^+(aq)=Cl_2(g)+3H_2O(l)\text{----}(3)$$

1- أنجز جدول التقدم للتفاعل المنمذج وفق المعادلة (2).

2- اعتمادا على البيانين (الشكل-8)، المعبرين عن تغيرات تركيز شوارد $ClO^-(aq)$ في التفاعل المنمذج بالمعادلة (2) بدلالة الزمن.

أ- استنتج تركيز شوارد $ClO^-(aq)$ في اللحظة: $t=8$ semaines من أجل درجتي الحرارة:

$\theta_1=30°C$ و $\theta_2=40°C$

ب-عرّف السرعة الحجمية للتفاعل، وبيّن أن عبارتها تكتب بالشكل التالي: $v(t)=-\frac{1}{2}\times\frac{d[ClO^-]}{dt}$

جـ- احسب قيمة السرعة الحجمية في اللحظة: $t=0$ من أجل درجتي الحرارة: $\theta_1=30°C$ و $\theta_2=40°C$

د- هل النتائج المتحصل عليها في السؤالين (2- أ) و (2- جـ) تبرر المعلومة " يحفظ في مكان بارد"؟ علّل.

3- عرّف زمن نصف التفاعل، ثمّ جِدْ قيمته انطلاقا من المنحنى(2)، علما أنّ التفكك تام.

4- أعط رمز واسم الغاز السام المشار على القارورة.

التمرين 09 : بكالوريا 2014

من أجل المتابعة الزمنية لتحول كربونات الكالسيوم $CaCO_{3(s)}$ الصلبة مع حمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)_{aq}$ ، الذي ينمذج بمعادلة التفاعل التالية : $CaCO_{3(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} = Ca^{2+}_{(aq)} + CO_{2(g)} + 3H_2O_{(\ell)}$

نضع في دورق حجما V من حمض كلور الماء تركيزه المولي c ونضيف إليه $2g$ من كربونات الكالسيوم.

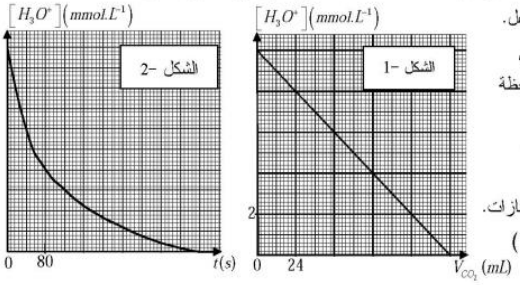
يسمح تجهيز مناسب بقياس حجم غاز ثنائي أكسيد الكربون V_{CO_2} المنطلق عند لحظات مختلفة، تمت معالجة النتائج المحصل عليها بواسطة برمجية خاصة، فأعطت المنحنيين الموافقين للشكلين -1 و -2.

1- أنجز جدولا لتقدم التفاعل.

2- أثبت أن التركيز المولي لشوارد $H_3O^+_{(aq)}$ في أيّة لحظة يعطى بالعبارة : $\left[H_3O^+\right] = c - \frac{2\,V_{CO_2}}{V \cdot V_m}$

حيث V_m الحجم المولي للغازات.

(نعتبر : $V_m = 24 L.mol^{-1}$)



3 - بالاعتماد على المنحنى الموافق للشكل-1 جد :

أ- كلا من التركيز المولي الابتدائي c للمحلول الحمضي وحجم الوسط التفاعلي V.

ب- القيمة النهائية لتقدم التفاعل واستنتج المتفاعل المحد.

4- المنحنى $\left[H_3O^+\right] = f(t)$ الموضح في الشكل-2 ينقصه سلم الرسم الخاص بالتركيز $\left[H_3O^+\right]$.

أ- حدّد السلم الناقص في الرسم.

ب- احسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 80s$.

جـ- جد من المنحنى زمن نصف التفاعل وحدّد أهميته.

يعطى: $M_{Ca} = 40g.mol^{-1}$ ، $M_C = 12g.mol^{-1}$ ، $M_O = 16\ g.mol^{-1}$

التمرين 10 : بكالوريا 2014

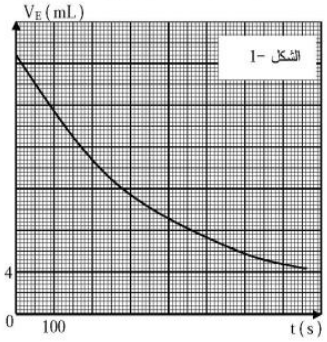
للماء الأكسجيني H_2O_2 أهمية بالغة، فهو مُعالج للمياه المُستعملة ومُطهّر للجروح ومعقّم في الصناعات الغذائية.

الماء الأكسجيني يتفكك بتحول بطيئ جدا في الشروط العادية مُعطيا غاز ثنائي الأكسجين والماء وفقا للمعادلة المُنمذجة للتحول الكيميائي: $2H_2O_{2(aq)} = O_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)}$

لدراسة تطور التفكك الذاتي للماء الأكسجيني بدلالة الزمن، نأخذ مجموعة أنابيب اختبار يحتوي كل منها على حجم $V_0 = 10mL$ من هذا المحلول ونضعها عند اللحظة $t = 0$ في حمام مائي درجة حرارته ثابتة.

عند كل لحظة t، نُفرغ أنبوبة اختبار في بيشر ونُضيف إليه ماء وقطع جليد وقطرات من حمض الكبريت المُركز $\left(2H_3O^+ + SO_4^{2-}\right)_{(aq)}$ ثم نعاير المزيج بمحلول مائي لثنائي كرومات البوتاسيوم $\left(2K^+_{(aq)} + Cr_2O^{2-}_{7(aq)}\right)$ تركيزه المولي $c = 0{,}1 mol.L^{-1}$ فنحصل في كل مرة على الحجم V_E اللازم لبلوغ التكافؤ.

سمحت النتائج المحصل عليها برسم المنحنى الممثّل في الشكل-1.



1- معادلة تفاعل المعايرة هي : $3H_2O_{2(aq)} + Cr_2O^{2-}_{7(aq)} + 8H_3O^+_{(aq)} = 3O_{2(g)} + 2Cr^{3+}_{(aq)} + 15H_2O_{(\ell)}$

أ- اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع الموافقتين لهذا التفاعل.

ب- هل يمكن اعتبار حمض الكبريت كوسيط في هذا التفاعل ؟ علّل.

جـ- هل يؤثر إضافة الماء وقطع الجليد على قيمة حجم التكافؤ V_E ؟ لماذا ؟

2- عبّر عن التركيز المولي $[H_2O_2]$ لمحلول الماء الأكسجيني بدلالة c و V_E و V_0.

3- الفاروزة التي أُخذ منها الماء الأكسجيني المُستخدم في هذه التجربة كُتب عليها الدلالة $(10\,V)$ أي:

(كل $1L$ من محلول الماء الأكسجيني يحرر $10L$ من غاز ثنائي الأكسجين O_2 في الشرطين النظاميين)

- هل هذا المحلول مُحضّر حديثا ؟ علّل.

4- بالاعتماد على المنحنى والعبارة المتوصل إليها في السؤال -2 جد:

أ- زمن نصف التفاعل $t_{\frac{1}{2}}$.

ب- عبارة السرعة الحجمية لاختفاء $H_2O_{2(aq)}$ بدلالة V_E.

جـ- قيمة السرعة الحجمية لاختفاء الماء الأكسجيني عند اللحظتين $t_1 = 200\,s$; $t_2 = 600\,s$. ماذا تلاحظ ؟علّل.

يعطى: $V_m = 22{,}4\ L.mol^{-1}$

التمرين 11 : بكالوريا 2015

لدراسة حركية تطور التحول الكيميائي بين محلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}{}_{(aq)})$ ومحلول حمض كلور الماء $(H_3O^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)})$.

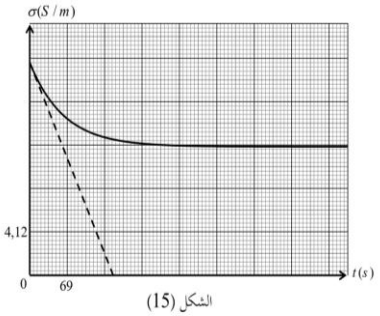
في اللحظة $t = 0$ نمزج حجماً $V_1 = 480\ mL$ من محلول ثيوكبريتات الصوديوم تركيزه $c_1 = 0{,}5\ mol/L$ مع حجم $V_2 = 20\ mL$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه $c_2 = 5{,}0\ mol/L$. ننمذج التحول الحادث بالمعادلة الكيميائية التالية:

$$S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} + 2H_3O^+_{(aq)} = S_{(s)} + SO_{2(g)} + 3H_2O_{(\ell)}$$

1- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

2- حدّد المتفاعل المحد.

3- إن متابعة التحول عن طريق قياس الناقلية النوعية للمزيج التفاعلي مكنت من رسم بيان الشكل (15) والممثل لتغيرات الناقلية النوعية بدلالة الزمن $\sigma = f(t)$.



الشكل (15)

- علّل دون حساب تناقص الناقلية النوعية.

4- تعطى الناقلية النوعية للمزيج التفاعلي عند لحظة t بالعبارة: $\sigma(t) = 20{,}6 - 170x$

أ- عرّف السرعة الحجمية للتفاعل.

ب- بيّن أن السرعة الحجمية للتفاعل تكتب بالشكل: $v_{vol} = -\frac{1}{170V} \times \frac{d\sigma(t)}{dt}$،

حيث V حجم الوسط التفاعلي المعتبر ثابتا.

جـ- احسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$.

د- عرّف زمن نصف التفاعل $t_{\frac{1}{2}}$ ثم حدّد قيمته بيانيا.

التمرين 12 : بكالوريا 2015

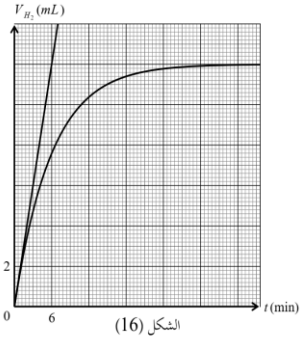
لمتابعة التطور الزمني للتحول الكيميائي الحادث بين محلول حمض كلور الماء $(H_3O^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)})$ ومعدن الزنك $Zn_{(s)}$. نضيف عند اللحظة $t = 0$ كتلة من الزنك $m(Zn) = 0{,}654g$ إلى دورق به حجم $V = 100mL$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه المولي $c = 1{,}0 \times 10^{-2} mol/L$، نعتبر أن حجم الوسط التفاعلي ثابت خلال مدة التحويل. نقيس حجم غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق مع مرور الزمن في الشروط التجريبية التالية:

درجة الحرارة $\theta = 20°C$ **والضغط** $P = 1{,}013 \times 10^5 Pa$

1- اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث، علما أن الثنائيتين المشاركتين في التفاعل هما: $Zn^{2+}_{(aq)} / Zn_{(s)}$ و $H_3O^+_{(aq)} / H_{2(g)}$

2- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل وحدّد المتفاعل المحد.

3- الدراسة التجريبية لهذا التحول مكنت من الحصول على البيان الموضح بالشكل (16).



الشكل (16)

أ- عرّف السرعة الحجمية للتفاعل.

ب- بيّن أنه يمكن كتابة عبارة السرعة الحجمية للتفاعل بالشكل: $v_{vol} = \frac{P}{VRT} \times \frac{dV_{H_2}}{dt}$. حيث V حجم المزيج التفاعلي.

جـ- احسب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$.

د- استنتج سرعة اختفاء شوارد $(H_3O^+_{(aq)})$ عند نفس اللحظة.

4- عرّف زمن نصف التفاعل، وحدّد قيمته بيانيا.

تعطى عبارة قانون الغاز المثالي بالعلاقة: $PV = nRT$ ، $R = 8{,}314(SI)$ حيث $M(Zn) = 65{,}4g/m\ell$.

التمرين 13 : بكالوريا 2016

نريد اجراء متابعة زمنية لتحول كيميائي بين الألمنيوم Al ومحلول حمض كلور الماء $(H_3O^+(aq) + Cl^-(aq))$ الذي يُنمذَجُ بتفاعل كيميائي تام معادلته: $2Al(s) + 6H_3O^+(aq) = 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g) + 6H_2O(\ell)$

نضع في حوجلة قطعة من الألمنيوم Al كتلتها m_0 مُلغمة ثم نضيف إليها في اللحظة $t = 0$ الحجم $V = 100\ mL$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه المولي C .

لمتابعة تطور التفاعل الكيميائي عند درجة حرارة ثابتة وضغط ثابت، نسجل في كل لحظة t حجم غاز الهيدروجين المنطلق، ثم نستنتج كتلة الألمنيوم المتبقية، و ندون النتائج في الجدول التالي:

$t(min)$	0	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00
$m(g)$	4,05	2,84	2,27	1,94	1,78	1,70	1,64	1,62	1,62

1- أ- أرسم على ورق ملمتري منحنى تغيرات الكتلة $m(t)$ للألمنيوم المتبقي بدلالة الزمن باعتماد السلم

$1cm \rightarrow 1\ min$; $1cm \rightarrow 0{,}5\ g$

ب – حدد المتفاعل المحد.

2 – أ – انشئ جدول التقدم للتفاعل الحادث.

ب – احسب كميات المادة الابتدائية $n_0(Al)$ و $n_0(H_3O^+)$ للمتفاعلات ثم استنتج التركيز المولي C لمحلول حمض كلور الماء. تُعطى الكتلة المولية للألمنيوم $M = 27\ g/mol$

3- بين أن كتلة الألمنيوم المتبقية في اللحظة $t = t_{1/2}$ (زمن نصف التفاعل) تعطى بالعبارة: $m_{1/2} = \frac{m_0 + m_f}{2}$ حيث m_f هي كتلة الألمنيوم المتبقية في الحالة النهائية. استنتج بيانيا قيمة $t_{1/2}$.

4- بين أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل تعطى بـ : $v_V = -\frac{1}{2.V.M}\frac{dm(t)}{dt}$

احسب قيمتها في اللحظة $t = 3\ min$.

التمرين 14 : بكالوريا 2017

اليوريا أو البولة $CO(NH_2)$ هي من الملوثات، تتواجد في فضلات الكائنات الحية وتتفكك ذاتيا وفق تفاعل بطيء وتام ينتج عنه شوارد الأمونيوم NH_4^+ وشوارد السيانات CNO^- وفق معادلة التفاعل التالية:

$$CO(NH_2)(aq) = NH_4^+(aq) + CNO^-(aq)$$

I- لمتابعة تطور هذا التحول نُحضّر حجما $V = 100mL$ من محلول اليوريا تركيزه $c = 2{,}0 \times 10^{-2} mol \cdot L^{-1}$ ونضعه في حمام مائي درجة حرارته $50°C$ ثم نقيس الناقلية النوعية للمحلول عند أزمنة مختلفة (نهمل تأثير الشوارد H_3O^+ و HO^- في ناقلية المحلول).

1) أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الحاصل ثم حدّد قيمة التقدم الأعظمي x_{max} للتفاعل.

2) اكتب عبارة تركيز شوارد الأمونيوم NH_4^+ بدلالة الناقلية النوعية σ للمحلول والناقليات المولية الشاردية.

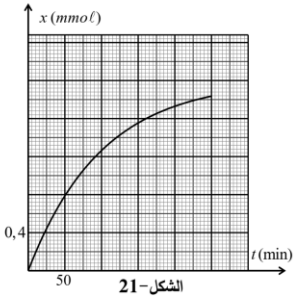
3) اكتب العلاقة بين تركيز شوارد NH_4^+ في المحلول وتقدم التفاعل x وحجم المحلول V.

4) استنتج العلاقة بين الناقلية النوعية σ وتقدم التفاعل x.

واحسب قيمة الناقلية العظمى σ_{max} عند نهاية التفاعل.

5) أثبت أن تقدم التفاعل في اللحظة t يعطى بالعلاقة: $x(t) = x_{max}\frac{\sigma(t)}{\sigma_{max}}$

6) يمثل الشكل−21 منحنى تطور تقدم التفاعل بدلالة الزمن.



الشكل−21

أ) اكتب عبارة السرعة الحجمية للتفاعل ثم

بيّن اعتمادا على المنحنى كيفية تطورها مع الزمن.

ب) عرّف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$، ثم حدد قيمته بيانيا.

7) احسب تركيز شوارد NH_4^+ المتشكلة عند نهاية التفاعل.

II− للتحقق من تركيز شوارد الأمونيوم NH_4^+ المتشكلة عند نهاية التفاعل السابق، نعاير حجما $V = 10mL$ من المحلول السابق بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $c_b = 1,0\times10^{-2}mol\cdot L^{-1}$ فيحدث التكافؤ عند إضافة حجم قدره $V_{bE} = 20mL$.

1) أذكر البروتوكول التجريبي المناسب لهذا التفاعل مدعما إجابتك برسم تخطيطي.

2) اكتب معادلة تفاعل منمذجة لتحول المعايرة.

3) احسب تركيز شوارد الأمونيوم في المحلول.

4) قارن قيمتها مع المحسوبة سابقا في السؤال **(I−7)**.

يعطى: عند الدرجة $50°C$: $\lambda_{NH_4^+} = 11,01mS\cdot m^2\cdot mol^{-1}$ ، $\lambda_{CNO^-} = 9,69mS\cdot m^2\cdot mol^{-1}$

التمرين 15 : بكالوريا 2018

I لدراسة تطور التحوّل الكيميائي الحادث بين محلول بيروكسوديكبريتات البوتاسيوم ومحلول يود البوتاسيوم ، نمزج عند اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 50mL$ من محلول مائي (S_1) ليود البوتاسيوم $(K^+(aq)+I^-(aq))$ تركيزه المولي $c_1 = 0,2mol.L^{-1}$ ، مع حجم $V_2 = 50mL$ من محلول مائي (S_2) لبيروكسوديكبريتات البوتاسيوم $(2K^+(aq)+S_2O_8^{2-}(aq))$، تركيزه المولي $c_2 = 0,1mol.L^{-1}$.

1. اكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج للتحوّل الحادث علما أنّ الثنائيتين (ox/red) الداخلتين في التفاعل هما: $(I_2(aq)/I^-(aq))$ ، $(S_2O_8^{2-}(aq)/SO_4^{2-}(aq))$.

2. أنجز جدول تقدم التفاعل، ثم بيّن إن كان المزيج الابتدائي ستوكيومتري.

3. نتابع تطور هذا التحوّل عن طريق المعايرة اللونية لثنائي اليود $I_2(aq)$ المتشكل بأخذ في كل مرة عينة من المزيج التفاعلي حجمها $V_0 = 10mL$ ، نسكبها في كأس بيشر به ماء بارد و بعض قطرات من صمغ النشا ثم نعايرها بمحلول مائي لثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+(aq)+S_2O_3^{2-}(aq))$ ، تركيزه المولي $c_3 = 0,02mol.L^{-1}$ و نسجل في كل مرة الحجم المضاف V_E عند التكافؤ.

معادلة التفاعل الكيميائي المنمذجة لتحول المعايرة هي: $I_2(aq)+2S_2O_3^{2-}(aq) = 2I^-(aq)+S_4O_6^{2-}(aq)$.

1.3. أرسم التركيب التجريبي المستعمل في المعايرة موضحا عليه البيانات الكافية.

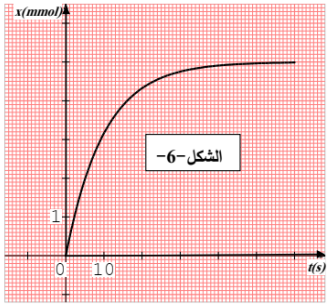
2.3. ما هو الغرض من إضافة الماء البارد قبل المعايرة؟

3.3. كيف يمكننا التعرف على نقطة التكافؤ تجريبيا؟

4.3. بيّن أنّه يمكن التعبير عن تقدم التفاعل المدروس $x(t)$ في كل لحظة t بالعلاقة:

$$x(mmol) = \frac{V_g(mL)}{10}$$

5.3. من العلاقة السابقة تمكّنا من رسم المنحنى البياني الممثل لتغيرات تقدم التفاعل المدروس بدلالة الزمن المبين في الشكل −6− .



الشكل−6−

أ) استنتج زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

ب) بيّن كيف يمكن تحديد سرعة اختفاء شوارد اليود (I^-) من البيان في لحظة t؟

التمرين 16 : بكالوريا 2020

ندرس حركية التفاعل الحادث بين نوع كيميائي $HCOOCH_2CH_3$ ومحلول الصودا $(Na^+ + HO^-)$ عن طريق قياس ناقلية المزيج التفاعلي بدلالة الزمن.

معطيات:

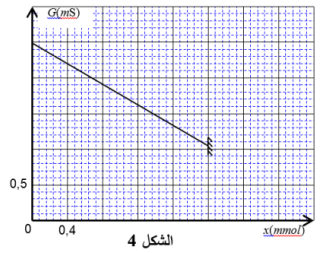
- الناقليات النوعية المولية الشاردية عند درجة الحرارة: $25°C$.
- يهمل التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم H_3O^+ أمام التركيز المولي لشوارد الهيدروكسيد HO^-.

نحقّق عند اللحظة $t = 0$ مزيجا من محلول الصودا حجمه $V_0 = 200mL$ تركيزه المولي c_0 و $n_0 = 2mmol$ من النوع الكيميائي $HCOOCH_2CH_3$ ، نعتبر حجم المزيج التفاعلي هو $V = V_0 = 200mL$.

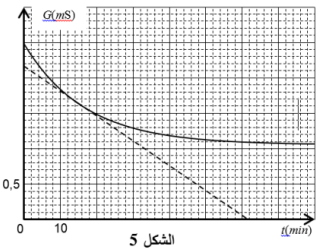
معادلة التفاعل التام المنمذج للتحول الحاصل هي:

$$HCOOCH_2CH_3(\ell) + HO^-(aq) = HCOO^-(aq) + CH_3CH_2OH(aq)$$

باستعمال برمجية مناسبة تحصلنا على المنحنيين الموضحين في الشكل 4 (تطور الناقلية بدلالة تقدم التفاعل) والشكل 5 (تطور الناقلية بدلالة الزمن).



الشكل 4



الشكل 5

1. هل التفاعل الكيميائي الحادث سريع أم بطيء؟ علّل.
2. اذكر الأنواع الكيميائية المسؤولة عن ناقلية المزيج التفاعلي.
3. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.
4. بيّن أنّ ناقلية المزيج التفاعلي في لحظة t تكتب بالشكل: $G = \frac{K}{V}(\lambda_{HCOO^-} - \lambda_{HO^-})x + K\cdot c_0(\lambda_{HO^-} + \lambda_{Na^+})$

حيث: K ثابت خلية قياس الناقلية.

5. اعتمادا على المنحنى (الشكل 4)، جد قيمة كل من ثابت الخلية K والتركيز المولي الابتدائي c_0.
6. انطلاقا من المنحنيين السابقين، جد التركيب المولي للمزيج التفاعلي عند اللحظة $t = 15min$.
7. بيّن أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل عند لحظة t تكتب بالشكل: $v_v = \frac{1}{K(\lambda_{HCOO^-} - \lambda_{HO^-})}\cdot\frac{dG}{dt}$ ثم احسب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 15min$.

التمرين 17 : بكالوريا 2017

توصي منظمة الصحة العالمية بتناول جرعات كافية من يود البوتاسيوم غير المشع (KI) عن طريق الفم حتى تتشبع الغدة الدرقية باليود المستقر مما يوفر وقاية الأشخاص عند تعرضهم لليود131 المشع.

يباع يود البوتاسيوم المستقر (KI) في الصيدليات على شكل أقراص.

يهدف هذا التمرين إلى التأكد من الدّلالة المسجلة على علبة الدواء $m = 130mg$ والدراسة الحركية.

يعطى:

- الكتلة المولية الجزيئية ليود البوتاسيوم: $M(KI) = 166g\cdot mol^{-1}$.

نقوم بسحق قرص واحد من العلبة ونذيبه في حجم $V_1 = 100mL$ من الماء المقطر فنحصل على محلول ليود البوتاسيوم تركيزه المولي c_1.

نمزج في بيشر في اللحظة $t = 0$ وعند درجة حرارة $25°C$، حجما $V_2 = 100mL$ من محلول الماء الأكسيجيني $H_2O_2(aq)$ تركيزه المولي $c_2 = 0,1mol\cdot L^{-1}$ مع المحلول المحضر سابقا ليود البوتاسيوم $(K^+(aq)+I^-(aq))$ وبوجود قطرات من محلول حمض الكبريت المركز ونمذج التفاعل التّام الحاصل في الوسط التفاعلي بالمعادلة:

$$H_2O_2(aq) + 2I^-(aq) + 2H_3O^+(aq) = I_2(aq) + 4H_2O(\ell) \quad .....(1)$$

1. اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع.

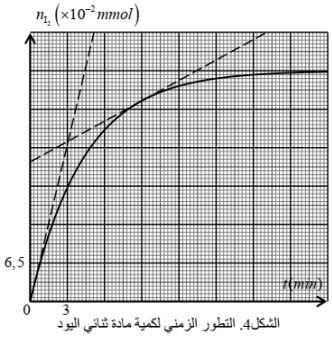
2. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل ثم عبّر عن كمية مادة ثنائي اليود المتشكل بدلالة تقدم التفاعل x .

3. مكّنت المتابعة الزمنية للتحول الكيميائي عن طريق معايرة كمية مادة ثنائي اليود المتشكل من رسم المنحنى البياني (الشكل4).

1.3. استخرج بيانيا قيمة التقدم الأعظمي x_{max} ثم استنتج المتفاعل المُحد.

2.3. احسب التركيز المولي c_1.

3.3. احسب كتلة يود البوتاسيوم في المحلول المحضر ثم تأكد من الدّلالة المسجلة على العلبة.



الشكل4. التطور الزمني لكمية مادة ثنائي اليود

4. جد التركيب المولي للمزيج عند $t = 2t_{1/2}$ حيث $t_{1/2}$ زمن نصف التفاعل.

5. اكتب عبارة سرعة اختفاء النوع الكيميائي I^- ثم احسب قيمتها في اللحظتين $t_0 = 0$ و $t_1 = 9min$.

6. اذكر العامل الحركي المسؤول عن تطور السرعة.

التمرين 18 : بكالوريا 2021

التمرين التجريبي: (06 نقاط)

يُستعمل حمض الأسكوربيك $(C_6H_8O_6)$ لمنع وعلاج بعض الأمراض ويعرف بفيتامين C، يتواجد في البرتقال، الطماطم والفراولة ... ويُباع في الصيدليات كمُمَيِّل غذائي على شكل أقراص.

الهدف: دراسة محلول فيتامين C الاصطناعي وفيتامين C المستخلص من البرتقال.

يعطى:

- الكتلة المولية الجزيئية لحمض الأسكوربيك: $M(C_6H_8O_6) = 176\ g\cdot mol^{-1}$.

1. فيتامين C الاصطناعي:

نُحضّر حجما $V = 200mL$ من محلول مائي لحمض الأسكوربيك في درجة حرارة $25°C$ انطلاقا من كتلة m لمسحوق الحمض فنحصل على محلول مائي تركيزه المولي $c = 1,42\times10^{-2}mol\cdot L^{-1}$ و $pH = 3,0$.

1.1. إليك قائمة الأدوات المخبرية والمواد الكيميائية الآتية:

الأدوات	المواد
– حوجلات عيارية: $100mL$ ؛ $200mL$ ؛ $500mL$ – ميزان رقمي بتقريب $0,1g$ – سحاحة مدرجة – مخلاط مغناطيسي – أنابيب اختبار – مخبار مدرج – قمع؛ حامل؛ زجاج الساعة(جفنة) – بياشر بسعات مختلفة	– ماء مقطر – محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+(aq)+HO^-(aq))$ – عصير حبة البرتقال – حمض الكبريت H_2SO_4 – محلول حمض الإيثانويك $CH_3COOH(aq)$ – محلول ثيوكبريتات الصوديوم تركيزه $5\times10^{-3}mol\cdot L^{-1}$ – محلول ثنائي اليود $I_2(aq)$ تركيزه $5,3\times10^{-3}mol\cdot L^{-1}$ – مسحوق حمض الأسكوربيك $C_6H_8O_6(s)$ (فيتامين C) – كاشف ملون

اقترح بروتوكولا تجريبيا (الأدوات والمواد، خطوات العمل) لتحضير المحلول السابق.

2.1. اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث بين حمض الأسكوربيك والماء المقطر مبينا الثنائيتين حمض/أساس المشاركتين في التفاعل.

3.1. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل وبيّن أنّ التفاعل المدروس غير تام.

4.1. بيّن أنّ عبارة ثابت الحموضة K_a للثنائية حمض/أساس تعطى بـ: $K_a = \frac{\tau_f}{10^{2pH}\cdot(1-\tau_f)}$

حيث τ_f يمثل النسبة النهائية للتقدم.

5.1. احسب الـ pK_a للثنائية حمض/أساس.

2. فيتامين C المستخلص من البرتقال:

نستخلص من حبة برتقال كتلتها $170\,g$ عصيرا حجمه $V = 82\,mL$.

لتحديد كتلة حمض الأسكوربيك في هذه البرتقالة نقوم بعملية معايرة تتم على مرحلتين:

المرحلة الأولى:

– نأخذ بماصّة حجما $V_1 = 10mL$ من العصير المتحصل عليه ونضعه في بيشر ونضيف إليه بوفرة كمية من ثنائي اليود (I_2) حجمها $V_2 = 10mL$ وتركيزه المولي $c_2 = 5{,}3\times10^{-3}mol\cdot L^{-1}$، مما يؤدي إلى أكسدة حمض الأسكوربيك وفق المعادلة التالية:

$$C_6H_8O_6(aq) + I_2(aq) = C_6H_6O_6(aq) + 2I^-(aq) + 2H^+(aq)$$

المرحلة الثانية:

– نعاير ثنائي اليود (I_2) المتبقي بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+(aq) + S_2O_3^{2-}(aq))$ تركيزه المولي $c = 5\times10^{-3}mol\cdot L^{-1}$ فكان الحجم اللاّزم للحصول على التكافؤ $V_E = 8{,}7mL$.

1.2. مستعينا بالأدوات والمواد المناسبة الواردة في القائمة السابقة، ارسم التركيب التجريبي الخاص بعملية المعايرة.

2.2. اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحادث بين ثنائي اليود $(I_2(aq))$ وشوارد ثيوكبريتات $(S_2O_3^{2-}(aq))$ علما أنّ الثنائيتين المشاركتين في التفاعل هما: $S_4O_6^{2-}(aq)/S_2O_3^{2-}(aq)$ و $I_2(aq)/I^-(aq)$.

3.2. جِدْ كمية مادة ثنائي اليود المتفاعلة مع حمض الأسكوربيك واستنتج كمية مادة حمض الأسكوربيك n_1 الموجودة في $10mL$ من عصير البرتقال.

4.2. جِدْ كتلة حمض الأسكوربيك في البرتقالة المدروسة.

5.2. وُصِفَ طبيب لمريض تناول قرص من فيتامين $C1000$ يوميا (قرص فيتامين $C1000$ يحتوي على $1000\,mg$ من حمض الأسكوربيك)، جِدْ كتلة البرتقال التي تعادل قرص فيتامين $C1000$.

التمرين 19 : بكالوريا 2022

I- المتابعة الزمنية لتفاعل الماء الأكسجيني مع شوارد اليود في وسط حمضي.

المطهرات منتوجات كيميائية تستعمل في تطهير الجروح من الجراثيم والتعفن، نذكر منها الماء الأكسجيني.

ندرس في هذا الجزء من التمرين الحركية الكيميائية لتفاعل أكسدة شوارد اليود بالماء الأكسجيني في وسط حمضي.

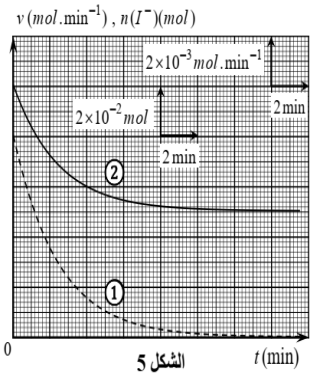
عند اللّحظة $t = 0$ وفي درجة حرارة ثابتة $25°$، نمزج حجما V_1 من الماء الأكسجيني تركيزه $c_1 = 0{,}5mol.L^{-1}$ المحمّض بحمض الكبريت المركز، مع حجم $V_2 = 100mL$ من محلول يود البوتاسيوم $(K^+(aq) + I^-(aq))$ تركيزه c_2 معادلة التفاعل المنمذج للتحول الحادث هي: $2I^-(aq) + H_2O_2(aq) + 2H_3O^+(aq) = I_2(aq) + 4H_2O(l)$

1. عرّف كل من الأكسدة والإرجاع.

2. أنجز جدولا لتقدم التفاعل.

3. اذكر أهم طرق المتابعة الزمنية لهذا التحول. علّل

4. مكّنتا إحدى الطرق من رسم المنحنيين $n(I^-) = f(t)$ و $v = g(t)$ (الشكل5) يُمثلان على الترتيب تغيّرات كمّية مادة I^- والسرعة اللّحظية للتفاعل بدلالة الزمن.



الشكل 5

1.4. حدّد المنحنى الموافق لتغيرات سرعة التفاعل ثم استنتج المُتفاعل المُحد.

2.4. بالاستعانة بجدول تقدم التفاعل والمُنحنيين(الشكل5) حدِّد قيمة كل من:

1.2.4. التركيز المولي c_2، التقدم الأعظمي X_{max} والحجم V_1.

2.2.4. السرعة الحجمية لتشكل I_2 في اللّحظة $t = 0$.

التمرين 20 : بكالوريا 2023

التّمرين الثّالث: (06 نقاط)

المَغْنيزيوم من المعادن المُرْجِعَة التي تستعمل في الصّناعات التّحويليّة لحماية علب المصبّرات من التآكل.

يتفاعل معدن المغنيزيوم مع محلول حمض كلور الهيدروجين، ويرافق التّفاعل انطلاق غاز ثنائي الهيدروجين.

يهدف التّمرين إلى دراسة حركيّة هذا التّحول.

معطيات: – الكتلة المولية للمغنيزيوم: $M(Mg) = 24\,g.mol^{-1}$

– الحجم المولي للغاز في شروط التّجربة: $V_M = 24L.mol^{-1}$

– نعتبر أن حجم المزيج التفاعلي يبقى ثابتا خلال مدة التحول، وأن الغاز المنطلق غاز مثالي.

يُنْمَذَجُ التّحول الكيميائي التّام والبطيء الذي يحدث بين معدن المغنيزيوم $Mg(s)$ ومحلول حمض كلور الهيدروجين $(H_3O^+(aq) + Cl^-(aq))$ بتفاعل كيميائي معادلته:

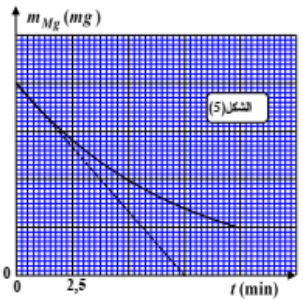
$$Mg(s) + 2H_3O^+(aq) = Mg^{2+}(aq) + H_2(g) + 2H_2O(\ell)$$

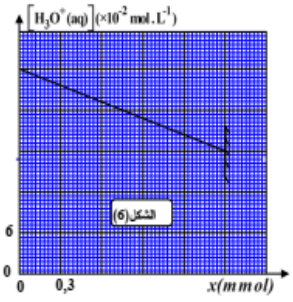
1. لدراسة هذا التحول الكيميائي، ندخل عند اللحظة $t = 0$ في دورق، شريط مغنيزيوم كتلته m_0، وحجما $V_0 = 10mL$ من محلول حمض كلور الهيدروجين ذي التركيز المولي c_0. ثم نضيف الماء المقطر حتى يصبح حجم المحلول الممدّد $V_T = 25mL$. نغلق الدّورق بسدّادة مزودة بأنبوب انطلاق موصول إلى أنبوب مدرج ومُنكّس في حوض مائي.

1.1. استنتج الثّنائيتين (ox/red) المشاركتين في التفاعل.

2.1. أنجز جدولا يصف تقدّم التّفاعل.

2. مكّنت القياسات التجريبية، الحصول على المنحنى البياني الممثّل لتغيّرات كتلة المغنيزيوم m_{Mg} المتبقي بدلالة الزّمن(الشكل(5))، والمنحنى البياني الممثّل لتغيّرات $[H_3O^+(aq)]$ بدلالة تقدّم التّفاعل x (الشكل(6)).





1.2. حدّد المتفاعل المُحدّ، ثم استنتج m_0 كتلة المغنيزيوم المستعملة، و $V_f(H_2)$ حجم ثنائي الهيدروجين النهائي.

2.2. استنتج سلّم الرّسم الناقص في البيان $m_{Mg} = f(t)$ الممثّل في الشكل(5).

3.2. جِدْ قيمة التّركيز المولي c_0 لمحلول حمض كلور الهيدروجين المستعمل.

4.2. حدّد زمن نصف التّفاعل $t_{1/2}$.

5.2. بيّن أنّ عبارة السّرعة الحجميّة للتّفاعل هي: $v_{vol} = -\frac{1}{V_T.M(Mg)} \times \frac{dm_{Mg}}{dt}$.

– احسب قيمتها في اللحظة $t = 0$ بـ $mol.L^{-1}.min^{-1}$

– استنتج السّرعة الحجميّة لاختفاء شوارد الهيدرونيوم عند نفس اللّحظة.

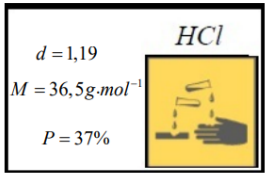
التمرين 21 : بكالوريا 2024

لحم مفور

بَيَّنَت الدِّراسات أنّ تَسَرُّبَ شوارد الألمنيوم إلى جسم الإنسان له تأثير خطير على الأعصاب، حيث يعتبر كعامل مسبِّب لمرض الزهايمر وهشاشة العظام. يُحَذِّرُ المختصّون من استعمال ورق الألمنيوم في الطّبخ وتغليف الأطعمة خاصّة إذا كانت ساخنة (مثل: المفور) وتحتوي على حمض موجود في (الطّماطم أو الخل أو ...).

يهدف هذا التّمرين إلى دراسة حركيّة تفاعل الألمنيوم مع محلول حمضي وبعض العوامل الحركيّة المؤثرة فيه.

أوّلا:



لصيقة القارورة

نُحَضِّرُ محلولا مخفَّفا (S_1) تركيزه المولي $c_1 = 0,482\ mol \cdot L^{-1}$ وحجمه $V = 500\ mL$، انطلاقا من محلول تجاري (S_0) لحمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي c_0 والموجود في قارورة بها لصيقة تحمل معلومات ذات دلالات معيّنة.

1. اذْكُر دلالات المعلومات التي تحملها لصيقة القارورة.

2. تَحَقَّقْ من أنّ:

1.2. التّركيز المولي للمحلول (S_0) هو: $c_0 = 12,06\ mol \cdot L^{-1}$.

2.2. الحجم المأخوذ من المحلول (S_0) لتحضير المحلول المخفّف (S_1) هو: $V_0 = 20\ mL$.

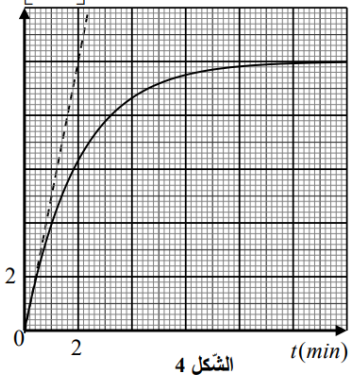
3. اكْتُبْ بروتوكولا تجريبيّا (الاحتياطات الأمنيّة، الوسائل، خطوات العمل) لعمليّة التّخفيف.

ثانيا:

نأخذ في اللحظة $t = 0$، حجما $V_1 = 100\ mL$ من المحلول المخفّف (S_1) ذي التركيز المولي c_1 موجود بزيادة ونضعه في بيشر ثم نضيف له قطعة من الألمنيوم، فيحدث تحوّل أكسدة–إرجاع تام، يُنمذج بتفاعل كيميائي معادلته:

$$2Al(s) + 6H_3O^+(aq) = 2Al^{3+}(aq) + 6H_2O(l) + 3H_2(g)$$

المتابعة الزّمنيّة للتّحوّل الكيميائي الحادث عند درجة حرارة $\theta = 25^\circ C$، مَكَّنت من رسم المنحنى البياني لتطوّر تركيز شوارد الألمنيوم المتشكّلة بدلالة الزّمن $[Al^{3+}] = f(t)$ **(الشّكل4)**.



الشّكل 4

1. صَنِّفْ التّحوّل الكيميائي المدروس من حيث المدّة المستغرقة لحدوثه.

2. اسْتَخْرِجْ الثّنائيتين Ox / Red المشاركتين في التّفاعل.

3. عَرِّفْ $t_{1/2}$ زمن نصف التّفاعل وحدّد قيمته بيانيّا.

4. احْسُبْ السُّرعة الحجميّة لتشكّل شوارد Al^{3+} في اللّحظة $t = 0$.

5. نُكَرِّر التّجربة بغرض دراسة تأثير بعض العوامل الحركيّة على التّحوّل الكيميائي المدروس:

	درجة الحرارة $\theta(^\circ C)$	التّركيز المولي للمحلول (S_1) بـ $mol \cdot L^{-1}$
التّجربة رقم 01	25	0,482
التّجربة رقم 02	80	0,964
التّجربة رقم 03	80	0,482

1.5. تَعَرَّف على العوامل الحركيّة المؤثّرة على التّحوّل الكيميائي والتي تُبْرزها هذه التّجارب.

2.5. عند رفع درجة حرارة المزيج التّفاعلي، اختر الإجابة أو الإجابات الصّحيحة ممّا يلي:

أ) يتناقص $t_{1/2}$ زمن نصف التّفاعل.

ب) تزداد السّرعة الحجميّة لتشكّل شوارد Al^{3+} في اللحظة $t = 0$.

جـ) يتناقص التّركيز النّهائي لتشكّل شوارد Al^{3+}.

د) يصبح المزيج ستوكيومتريا.

3.5. أَعِدْ رسم **الشّكل 4** كيفيّا مبيّنا عليه بيان تطوّر تركيز شوارد Al^{3+} المتشكّلة بدلالة الزّمن الموافق لكل تجربة.

6. بَرِّر انطلاقا من الدّراسة السّابقة صِحَّة العبارة: « يُحَذِّرُ المختصّون من استعمال ورق الألمنيوم في الطّبخ وتغليف الأطعمة خاصّة إذا كانت ساخنة (مثل: المفوّر) وتحتوي على حمض موجود في (الطّماطم أو الخل أو...)».

7. اقْتَرِحْ حَلاً لتَجَنُّب تَسَرُّب شوارد Al^{3+} المتشكّلة إلى الأطعمة عند طَهْيِهَا في ورق الألمنيوم.

التمرين 22 : بكالوريا 2024

يهدف هذا التّمرين إلى الدّراسة الحركيّة لتفاعل أكسدة–إرجاع واشتغال عمود.

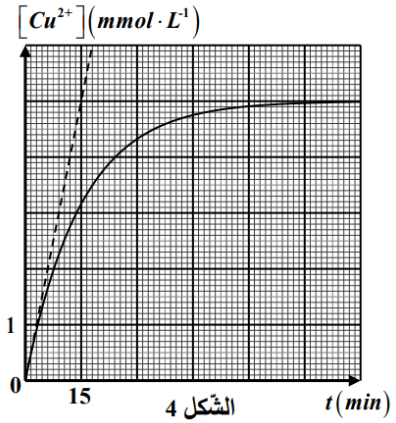
أولا: الدّراسة الحركيّة لتفاعل أكسدة–إرجاع

تعطى: الكتلة المولية للنّحاس: $M(Cu) = 63,5\ g \cdot mol^{-1}$

في اللّحظة $t = 0$، نضع في بيشر محلولا عديم اللّون لنترات الفضّة $(Ag^+(aq) + NO_3^-(aq))$ حجمه $V = 100\ mL$ وتركيزه المولي c ثُمّ نغمس فيه سلكا من النّحاس النّقي كتلته $m = 6,35\ g$. نلاحظ تلوّن المحلول تدريجيّا باللّون الأزرق وظهور شعيرات من الفضّة على السّلك النّحاسي.

يُنمذج التّحول الكيميائي الحادث بتفاعل كيميائي معادلته:

$$Cu(s) + 2Ag^+(aq) = Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$



الشّكل 4

1. على ماذا يدُلّ ظهور اللّون الأزرق؟

2. المتابعة الزّمنيّة لهذا التّفاعل الكيميائي مكّنتنا من الحصول على المنحنى البياني المُمَثِّل لتطوّر التّركيز المولي لشوارد النّحاس الثّنائي بدلالة الزّمن $[Cu^{2+}] = f(t)$ **(الشّكل 4)**.

1.2. صنّف التحوّل من حيث المدّة الزّمنيّة المستغرقة لحدوثه.

2.2. أَنْشِئ جدولا لتقدّم التّفاعل الحادث.

3.2. حَدِّدْ قيمة التّقدم النّهائي للتّفاعل ثُمّ استنتج المتفاعل المحد.

3. احْسُبْ السّرعة الحجميّة للتّفاعل في اللّحظة $t = 0$.

ثانيا: اشتغال عمود

.....