

## الوحدة الأولى:

تطور كميات المادة للمتفاعلات  
والنواتج أثناء التفاعل الكيميائي.



التمرين الأول:

- ينمذج تحول كيميائي وفق المعادلة الكيميائية التالية:  $Cu + 2Ag^+ = Cu^{2+} + 2Ag$ .
- لتكن كمية المتفاعلات عند الحالة الابتدائية:  $n_0(Cu) = 0.3 \text{ mol}$ ,  $n_0(Ag^+) = 0.4 \text{ mol}$ .
- 1- أكتب المعادلتين النصفيتين لتفاعل الأكسدة - إرجاع الحادث مبينا الشائيتين: Ox/Red.
  - 2- أنجز جدول التقدم لهذا التفاعل.
  - 3- ما هو التقدم الأعظمي:  $x_{max}$ ، وما هو المتفاعل المحد؟
  - 4- إذا علمت أن تركيز المحلول بشوارد  $Ag^+$  المستعمل هو:  $2 \text{ mol/l}$ ، ما هو حجم المحلول؟
  - 5- ارسم بيان الدالتين:  $n(Cu) = g(x)$ ,  $n(Ag^+) = f(x)$ ، حيث  $x$  هو تقدم التفاعل.

التمرين الثاني:

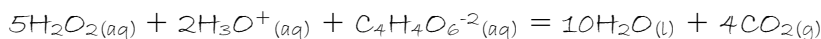
- ننجز الأكسدة البطيئة لحمض الأوكساليك:  $H_2C_2O_4$  بشوارد البرمنغنات:  $MnO_4^-$ .
- الشائيتان Ox/Red الداخلتان في التفاعل هما:  $MnO_4^-/Mn^{2+}$ ,  $CO_2/H_2C_2O_4$ .
- في اللحظة:  $t = 0s$ ، نمزج  $25 \text{ ml}$  من محلول برمنغنات البوتاسيوم تركيزه:  $C_0 = 10^{-2} \text{ mol/L}$  و  $20 \text{ ml}$  من حمض الأوكساليك تركيزه:  $C_1 = 10^{-2} \text{ mol/L}$  ثم نضيف  $5 \text{ ml}$  من حمض الكبريت.
- 1- أكتب المعادلات النصفية للأكسدة والإرجاع ثم معادلة التفاعل.
  - 2- عين كمية مادة المتفاعلات أثناء بداية التحول.
  - 3- من بين المتفاعلين ما هو المتفاعل المحد.
  - 4- ما هو تركيز شوارد  $Mn^{2+}$  عند نهاية التفاعل.
  - 5- ارسم بيان تغيرات كمية المادة لكل من:  $H_2C_2O_4$  و  $Mn^{2+}$  بدلالة الزمن.

التمرين الثالث:

- نقترح دراسة حركية لتحول بطيء لتحلل الماء الأوكسجيني:  $H_2O_2(aq)$  بواسطة شوارد اليود  $I^- (aq)$ . هذا التحول بطيء و ينمذج بالمعادلة:
- $$H_2O_2(aq) + 2I^-(aq) + 2H_3O^+ = I_2(aq) + 4H_2O(l)$$
- في اللحظة  $t=0$  نمزج  $20 \text{ ml}$  من محلول يود البوتاسيوم تركيزه  $0,1 \text{ mol/l}$  المحمض بحمض الكبريت الموجود بزيادة مع حجم  $8 \text{ ml}$  من محلول الماء الأوكسجيني تركيزه  $0,1 \text{ mol/l}$ .
1. أنجز جدول التقدم للتفاعل الحادث.
  2. أكتب الشائيتين (Ox/Red) الداخلة في التفاعل.
  3. هل المزيج الإبتدائي في نسبة ستوكيومترية.
  4. بالإستعانة بجدول التقدم أوجد: • عبارة تركيز ثنائي اليود المشكل  $[I_2]$  بدلالة التقدم  $x$ .
  - عبارة تركيز شوارد اليود المتبقية  $[I^-]$  بدلالة  $[I_2]$ .
  5. أوجد التقدم الأعظمي  $x_{max}$  للتحول الحادث ثم استنتج التركيز المولي للأفراد المتواجدة في المزيج عند نهاية التحول.

التمرين الرابع:

الماء الأوكسجيني  $H_2O_2$  بإمكانه أكسدة شوارد طرطرات التي صيغتها  $C_4H_4O_6^{2-}$  ينمذج التحول الكيميائي الحادث بالمعادلة التالية :



بغرض انجاز التحول السابق نمزج في اللحظة  $t=0s$  محلول  $(S_1)$  للماء الأوكسجيني حجمه  $V_1$  وتركيزه  $C_1$

مع محلول  $(S_2)$  يحتوي شوارد  $C_4H_4O_6^{2-}$  حجمه  $V_2$  وتركيزه  $C_2$ ، تحت درجة حرارة  $20^\circ C$ . وسط التفاعل يحتوي شوارد  $H_3O^+$ ، نعتبر

حجمه ثابت وأن التفاعل الحادث بطيء وتام.

1- قام تلميذ بانجاز جدول تقدم التفاعل حيث  $n_1 < 5n_2$ .

المعادلة	$5H_2O_2(aq) + 2H_3O^+(aq) + C_4H_4O_6^{2-}(aq) = 10H_2O(l) + 4CO_2(g)$				
الحالة الابتدائية	$n_1$	زيادة	$n_2$	زيادة	0
الحالة الانتقالية	$n_1-x$	زيادة	$n_2-x$	زيادة	$4x$
الحالة النهائية	0	زيادة	$n_2-n_1$	زيادة	$4n_1$

جدول التقدم يحتوي على أخطاء . أنقل الجدول مع تصحيحه .

2- أرسم كيفيا تغيرات تركيز الماء الأوكسجين  $[H_2O_2]$  بدلالة الزمن مع تبرير اختياراتك .

3- أكتب عبارة السرعة الحجمية  $V_{vol}$  بدلالة تقدم التفاعل  $x$ .

4- أثبت أن السرعة الحجمية تعطى بالعلاقة:  $V_{vol} = -\frac{1}{5} \cdot \frac{d[H_2O_2]}{dt}$

5- كيف تتغير السرعة الحجمية خلال الزمن ؟ ما هو العامل الحركي المسؤول عن هذا التغير ؟

التمرين الخامس:

نريد دراسة تطور التحول الكيميائي الحاصل بين شوارد محلول  $(S_1)$  لبيروكسوديكبريتات البوتاسيوم:  $(2K^+(aq) + S_2O_8^{2-}(aq))$

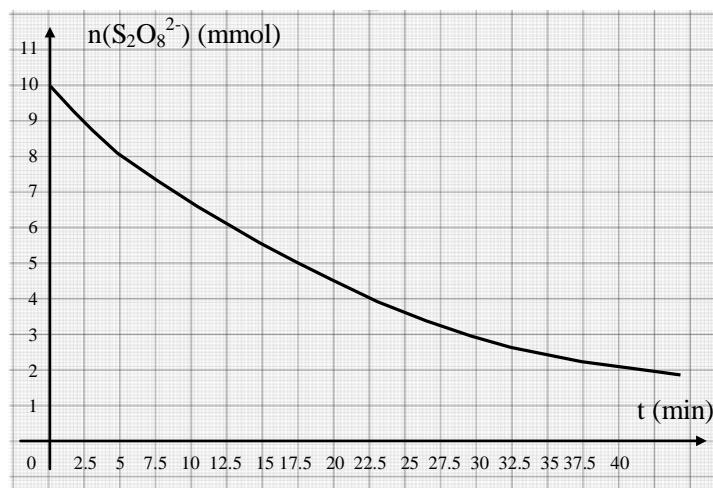
وشوارد محلول:  $(S_2)$  ليود البوتاسيوم:  $(K^+(aq) + I^-(aq))$  في درجة حرارة ثابتة.

لهذا الغرض نمزج في اللحظة:  $t=0$  حجما:  $V_1=50mL$  من المحلول:  $(S_1)$  تركيزه المولي:  $C_1=2.0 \times 10^{-1} mol.L^{-1}$  مع حجم:

$V_2=50mL$  من المحلول:  $(S_2)$  تركيزه المولي:  $C_2=1.0 mol.L^{-1}$ .

نتابع تغيرات كمية مادة:  $S_2O_8^{2-}$  المتبقية في الوسط التفاعلي في لحظات زمنية مختلفة، فنحصل على البيان الموضح (الشكل).

نمذج التحول الكيميائي الحاصل بالتفاعل الذي معادلته:  $2I^-(aq) + S_2O_8^{2-}(aq) = I_2(aq) + 2SO_4^{2-}(aq)$



1- حدد الثنائيتين:  $ox/red$  المشاركتين في التفاعل.

2- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

3- حدد المتفاعل المحد علما أن التحول تام.

4- عرف زمن نصف التفاعل  $(t_{1/2})$  واستنتج

قيمه بيانيا.

5- أوجد التراكيز المولية للأنواع الكيميائية

المواجدة في الوسط التفاعلي عند اللحظة:  $t_{1/2}$ .

6- استنتج بيانيا قيمة السرعة الحجمية للتفاعل في

اللحظة:  $t=10min$ .

التمرين السادس:

إن تحلل الماء الأكسجيني:  $H_2O_2$  يؤدي إلى تشكل غاز الأوكسجين والماء، يحدث التفاعل في درجة حرارة ثابتة بوجود وسيط.

نفرض أن حجم المحلول يبقى ثابتاً أثناء التحول، درجة حرارة الوسط:  $\theta = 12^\circ C$ .

نعتبر محلولاً  $S$  للماء الأكسجيني حجمه:  $V = 500 \text{ ml}$  وتركيزه الابتدائي:  $[H_2O_2]_0 = 0.08 \text{ mol/L}$ ، نجمع غاز  $O_2$  المتشكل

ونقيس حجمه تحت ضغط ثابت بعد كل 4 دقائق فنحصل على الجدول:

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

1- أكتب معادلة تحلل الماء الأكسجيني ثم انشئ جدول التقدم.

2- أكمل الجدول السابق (الحجم المولي للغازات  $V_m = 24 \text{ L/mol}$ ).

3- ارسم بيان تغير تركيز الماء الأكسجيني بدلالة الزمن:  $[H_2O_2] = f(t)$ .

4- أ / عرف سرعة التفاعل.

ب / أحسب سرعة التفاعل عند:  $t_1 = 16 \text{ min}$ .

ج / كيف تتطور سرعة التفاعل مع الزمن.

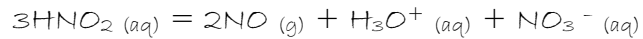
5- عرف زمن نصف التفاعل، وماهي قيمته في التفاعل الحادث.

6- نعيد التجربة السابقة تحت درجة حرارة:  $\theta' = 50^\circ C$ ، ارسم بيان تغيرات تركيز:  $H_2O_2$  بدلالة الزمن في نفس المعلم السابق.

التمرين السابع:

في محلول مائي حمض النترو  $HNO_2$  يتحلل ببطيء إلى حمض النتريك  $(H_3O^+_{(aq)} + NO_3^-_{(aq)})$  مع انبعاث غاز أحادي أكسيد الأزوت:

$NO_{(g)}$  وفق معادلة التحول:



متابعة التحول الكيميائي لمحلول  $HNO_2$  تركيزه الابتدائي  $C_0$  تسمح برسم

منحنى تغيرات تركيز كلا من  $[HNO_2]$  و  $[NO_3^-]$  بدلالة الزمن.

1- أنجز جدول تقدم التفاعل ثم أكتب عبارة كلا من  $[HNO_2]$  و  $[NO_3^-]$

بدلالة  $C_0$ ، تقدم التفاعل  $X$  وحجم المحلول  $V$ .

2- أي المنحنيين يمثل تغيرات  $[NO_3^-]$  بدلالة الزمن، علل.

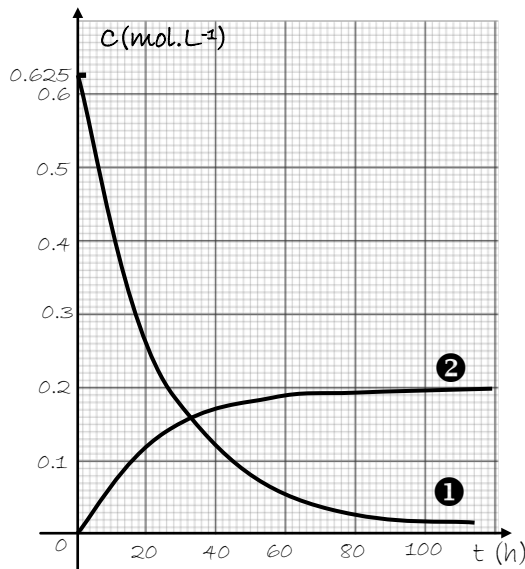
3- عرف السرعة الحجمية للتفاعل، ثم بين أنه يمكن حسابها من البيانيين.

4- أوجد السرعة الحجمية الابتدائية.

5- أوجد اللحظة  $t$  التي من أجلها يتساوى تركيزي  $[HNO_2]$  و  $[NO_3^-]$

ثم استنتج التركيب المولي للمزيج.

6- ما هي اللحظة التي يتوقف عندها التحول و كم تصبح سرعة التفاعل حينئذ؟



## التمرين الثامن:

ندخل كتلة من معدن المغنيزيوم  $m=1.0g$  في كأس به محلول من حمض كلور الهيدروجين حجمه:  $V=60mL$  وتركيزه المولي:  $C=5.0mol/L$ ، فنلاحظ انطلاق غاز ثاني 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(min)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
V H <sub>2</sub> (mL)	0	336	625	810	910	970	985	985	985
X(mol)									

- 1 - اكتب معادلة التحول الحادث ثم أنشئ جدول التقدم للفاعل.
  - 2 - أكمل جدول القياسات حيث  $X$  يمثل تقدم التفاعل.
  - 3 - أرسم المنحنى البياني  $X=f(t)$  بسلم مناسب.
  - 4 - عين التقدم النهائي  $X_f$  للفاعل الكيميائي وحدد المتفاعل المحد.
  - 5 - أحسب سرعة تشكل ثنائي الهيدروجين في اللحظتين:  $(t=0min)$ ،  $(t=3min)$ .
  - 6 - عين زمن نصف التفاعل:  $t_{1/2}$ .
  - 7 - أحسب تركيز شوارد الهيدروجين  $(H_3O^+)$  في الوسط التفاعلي عند انتهاء التحول الكيميائي.
- نأخذ:  $M(Mg)=24.3g/mol$ . الحجم المولي الشروط التجريبية:  $V_M=24L/mol$ .
- يعطى: الثنائيتين (OX/Red):  $Mg^{2+}_{(aq)}/Mg_{(s)}$ ،  $H^+_{(aq)}/H_2(g)$ .

## التمرين التاسع:

ماء جافيل محلول مائي يحتوي على شوارد الهيوكلوريت  $ClO^-$ ، شوارد الكلور  $Cl^-$  و شوارد الصوديوم  $Na^+$ . شوارد الهيوكلوريت بإمكانها أكسدة الماء  $H_2O$  ببطء. الثنائيتين (OX/Red) الداخلتين في التفاعل هما:  $(ClO^-/Cl^-)$  و  $(O_2/H_2O)$ .

1. أكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع ثم المعادلة الإجمالية للتحول.
2. كيف يمكن متابعة التحول الكيميائي الحادث؟
3. لتحديد سرعة تفكك ماء جافيل نقيس حجم غاز الأوكسجين  $O_2$  المنطلق تحت ضغط ثابت قدره  $101,3KPa$  و في درجة حرارة قدرها  $200^\circ$ .

النتائج المحصل عليها مدونة في الجدول:

t (s)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	420	450	480
V O <sub>2</sub> (mL)	0	45	79	114	148	175	203	227	248	264	273	288	298	312	316	316

- أ- أنجز جدول تقدم التفاعل الحادث.
- ب- أحسب قيم التقدم  $X$  خلال الفواصل الزمنية  $t$ . ثم استنتج التقدم الأعظمي  $X_{max}$  و كمية المادة الإبتدائية لـ  $ClO^-$  إذا علمت أن التحول تام.
3. أ- أرسم منحنى تغيرات التقدم  $X$  بدلالة الزمن  $t$ .
- ب- عرف زمن نصف التفاعل ثم حدده بيانيا.
- ج- أوجد سرعة التفاعل عند اللحظات:  $t=0$ ،  $t=1/2$ ،  $t=180s$ .

4. كيف تتغير سرعة التفاعل خلال الزمن ، ما هو العامل الحركي المسؤول عن هذا التغير.

5. نعيد التجربة السابقة تحت درجة حرارة  $50^{\circ}\text{C}$  ، أرسم كيفيا تغير التقدم  $X$  خلال الزمن .

يعطى : الحجم المولي للغازات :  $V_m = 24\text{ l/mol}$  ، حجم ماء جافيل :  $V = 0.110\text{ l}$

التمرين العاشر:

في كأس به ماء نضع حجما  $V = 1\text{ cm}^3$  من 2-كلور 2-ميثيل بروبان:  $(\text{CH}_3)_3\text{-CCl}$  نرسم له بالرمز  $\text{R-Cl}$  ، كتلته الحجمية:

$\mu = 0.85\text{ g/cm}^3$  . معادلة التفاعل المندمج بين  $\text{R-Cl}$  والماء هي:  $\text{R-Cl} + \text{H}_2\text{O} = \text{R-OH} + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

1- احسب كمية المادة الابتدائية لـ: 2-كلور 2-ميثيل بروبان.

2- انجز جدول التقدم للتفاعل .

3- لماذا يمكن تتبع تطور التفاعل السابق عن طريق قياس الناقلية؟

4- النتائج التجريبية لقياس الناقلية النوعية  $\delta$  خلال أزمنة مختلفة تعطى في الجدول التالي:

t (min)	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
$\delta$ (S/m)	0	0.489	0.977	1.270	1.466	1.661	1.759	1.856	1.905	1.955	1.955

أ/ اكتب عبارة الناقلية النوعية  $\delta$  بدلالة التقدم  $X$  .

ب/ استنتج عبارة الناقلية النوعية  $\delta_f$  عند نهاية التحول .

ج/ أوجد علاقة  $\delta$  بـ:  $\delta_f$  ،  $X$  ،  $n_0$  (كمية المادة الابتدائية).

د/ أوجد قيم التقدم  $X$  خلال أزمنة مختلفة.

5- أ/ أرسم البيان:  $X = f(t)$  .

ب/ عين زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  .

ج/ احسب سرعة التفاعل عند:  $t = 800\text{ min}$  ،  $t = 0\text{ min}$  ، ماذا تستنتج؟

التمرين الحادي عشر:

في حوجلة نحقق التحول الكيميائي بين كتلة  $m = 2.0\text{ g}$  من كاربونات الكالسيوم  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  وحجم  $V = 100\text{ ml}$  من حمض كلور

الهيدروجين  $(\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}))$  تركيزه  $C = 0.1\text{ mol/l}$  . ينمذج التحول اكيماي الحاد بالمعادلة:



نقوم بمتابعة زمنية لهذا التحول عن طريق قياس الناقلية النوعية  $\delta$  .

1- ماهي الشوارد المتواجدة في وسط التفاعل ، ومن هي الشاردة الحاملة كيميائيا (تكيزها لا يتغير) ؟

2- احسب الناقلية النوعية للمحلول عند بداية التحول ( $t = 0\text{ s}$ ) .

3- أثبت أن عبارة الناقلية النوعية  $\delta$  أثناء التحول تعطى بالعلاقة :  $\delta = 4.25 - 580X$  ، حيث  $X$  هو تقدم التفاعل .

4- النتائج التجريبية المحصل عليها تعطي قيم الناقلية النوعية  $\delta$  بدلالة الزمن  $t$  .

t(S)	20	60	100	140	180	220	260	300	340	380
$\delta$ (S.m-1)	3.56	2.75	2.36	2.12	1.93	1.79	1.64	1.55	1.45	1.40
x(mol)										

أ/ أكمل الجدول ثم ارسم البيان  $X = f(t)$  .

ب/ اكتب عبارة سرعة التفاعل ثم احسبها من أجل  $t = 180\text{ s}$  .

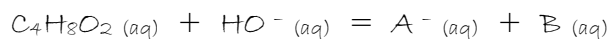
ج/ أوجد زمن نصف التفاعل

5- أحسب الناقلية النوعية  $\delta_f$  عند نهاية التحول باعتبار التحول تاما .

$$\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1} \quad \lambda(\text{Cl}^-) = 7,5 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1} \quad \lambda(\text{Ca}^{2+}) = 12 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$$

التمرين الثاني عشر:

التفاعل الحادث بين إيثانوات الإيثيل  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$  و محلول الصود ( $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$ ) تفاعل تام معادلته:



في لحظة  $t=0$  نضع في بيشر إيثانوات الإيثيل مع محلول الصود . نتحصل على محلول حجمه  $V = 100 \text{ ml}$  حيث تركيز كل الأفراد

الموجودة في المحلول هو:  $C_0 = 10^{-2} \text{ mol/l}$ ، درجة حرارة الوسط  $30^\circ\text{C}$ .

نقوم بمتابعة التحول الحادث عن طريق قياس الناقلية النوعية  $\delta$  بدلالة الزمن . النتائج تسمح برسم الجدول:

t (min)	0	5	9	13	20	27	$\infty$
$\delta (\text{S.m}^{-1})$	0.250	0.210	0.192	0.178	0.160	0.148	0.091

1- ما هي الأفراد الكيميائية المسؤولة عن ناقلية المحلول .

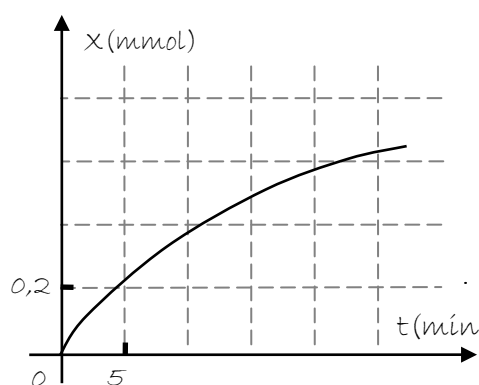
2- اكتب عبارة الناقلية النوعية  $\delta$  عند اللحظة  $t$  بدلالة  $C_0$ ،  $V$  و التقدم  $X$  و الناقلية النوعية المولية للشوارد المتواجدة .

3- الناقلية النوعية  $\delta_0$  عند  $t=0$  و  $\delta_\infty$  عند نهاية التحول تعطى بالعلاقتين:

$$\delta_0 = (\lambda_{\text{Na}^+} + \lambda_{\text{HO}^-}) \cdot C_0 ; \quad \delta_\infty = (\lambda_{\text{Na}^+} + \lambda_{\text{A}^-}) \cdot C_0$$

4- أثبت أن تقدم التفاعل  $X$  يعطى بالعلاقة:  $X = C_0 \cdot V \cdot \frac{\delta_0 - \delta}{\delta_0 - \delta_\infty}$

5- العلاقة الموجودة في (4) تسمح بحساب التقدم  $X$  و رسم منحنى تغيرات تقدم التفاعل بدلالة الزمن:



أ/ اكتب عبارة السرعة الحجمية للتفاعل ، و ما وحدتها .

ب/ إشرح كيف يتم حساب السرعة الحجمية ، ثم حددها من أجل:

10 min .

ج/ كيف تتغير السرعة الحجمية خلال الزمن ، ما هو العامل الحركي

المسؤول عن هذا التغير .

6- أ/ أحسب التقدم الأعظمي:  $X_{\text{max}}$  .

ب/ أوجد زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  .

$$\text{يعطى: } \lambda_{\text{A}^-} = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ S} \quad \lambda_{\text{HO}^-} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ S} \quad \lambda_{\text{Na}^+} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ S}$$

التمرين الثالث عشر:

- نعتبر التحول التام الذي معادلته:  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{HO}^- = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{Br}^-$

حجم المزيج:  $V = 1 \text{ L}$  و التراكيز الابتدائية:  $[\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}]_0 = 3 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ ،  $[\text{HO}^-]_0 = 7 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

- للمتابعة الحركية لهذا التفاعل نقيس كمية مادة  $[\text{HO}^-]$  المتبقية بدلالة الزمن، من أجل ذلك نأخذ في لحظة  $t$ ، 10 ml من المحلول

ونضعه في درجة حرارة منخفضة، ثم نعايره بمحلول لحمض الأزوت:  $(\text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_3^-)$  تركيزه:  $5 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  فيكون الحجم

المكافئ:  $V_E$  .

t (min)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
$V_E (\text{mL})$	12,84	11,98	11,31	10,78	10,35	10,00	9,69	9,48



1- أ / أكتب معادلة التعديل الحادث.

ب / ماذا يمكنك قوله عن  $[HO^-]$  في 10 ml المأخوذة وتركيزها في المحلول.

ج / لماذا يوضع الحجم المأخوذ في درجة حرارة منخفضة قبل معايرته.

2- أ / احسب تركيز  $[HO^-]$  في المحلول الأصلي خلال ازمدة مختلفة واستنتج تقدم تفاعل X دون النتائج في الجدول.

ب / ارسم البيان:  $X = f(t)$  (منحنى التقدم بدلالة الزمن).

ج / احسب السرعة الابتدائية للتفاعل.

د / كيف تتغير سرعة التفاعل.

3- أ / ما هو التقدم الأعظمي  $X_{max}$ .

ب / حدد زمن نصف التفاعل:  $t_{1/2}$ .

التمرين الرابع عشر:

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



أ / لدراسة تطور هذا التفاعل في درجة حرارة ثابتة ( $\theta = 35^\circ C$ ) 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 / اكتب عبارة التركيز المولي:  $[S_2O_8^{2-}]$  لشوارد البيروكسو ديكبريتات في المزيج خلال التفاعل بدلالة:  $C_1, V_2, V_1$  و  $[I_2]$

التركيز المولي لثنائي اليود ( $I_2$ ) في المزيج.

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

( $S_2O_8^{2-}$ ) وشوارد ( $I^-$ ).

أ / لمتابعة التركيز المولي لثنائي اليود المتشكل بدلالة الزمن؛ نأخذ في أزمنة مختلفة:  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_i$  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 الجدول 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:  $S_4O_6^{2-}(aq)/S_2O_3^{2-}(aq)$  ،  $I_2(aq)/I^-(aq)$ .

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 / أرسم على ورقة ميليمترية البيان:  $[I_2] = f(t)$ .

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

التمرين الخامس عشر:

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:  $C = 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ .

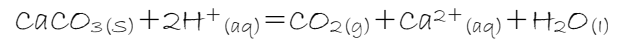
#### • الطريقة الأولى:

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:

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

المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل المندمج للتحول السابق:



1- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل السابق.

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

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

يعطى:  $R = 8.31 \text{ SI}$  ،  $1L = 10^{-3} m^3$ .

4- مثل بيان الدالة:  $X = f(t)$ .

#### • الطريقة الثانية:

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

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) وكمية المادة الابتدائية  $(n_0)$  لشوارد

الهيدروجين الموجبة.

t(s)	20	60	100
$[H^+]$ (mol/L)	0.080	0.056	0.040
$n_{(H^+)}$ (mol)			
X (mol)			

3- احسب قيمة التقدم (X) في كل لحظة.

4- انشئ البيان:  $X = f(t)$ ، ماذا تستنتج؟

5- حدد التفاعل المحد.

6- استنتج  $t^{1/2}$  زمن نصف التفاعل.

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

$M_{(O)} = 16 \text{ g/mol}$  ،  $M_{(C)} = 12 \text{ g/mol}$  ،  $M_{(Ca)} = 40 \text{ g/mol}$ .

التمرين السادس عشر:

يباع الماء الأكسجيني في الصيدليات في قارورات تحمل دلالة بالحجم، يعبر فيها عن حجم ثنائي الأكسجين المنطلق من لتر من محلول الماء الأكسجيني عند تفككه في الشرطين النظاميين من الضغط ودرجة الحرارة.  
اشترينا من صيدلية قارورة 1 لتر من الماء الأكسجيني منتج حديثا تحمل الدالتين.  
ماء أكسجيني ذو 10 حجوم (10 volumes)، يحفظ في مكان بارد. للتحقق من صحة الدلالة الأولى المكتوبة على البطاقة الملصقة على القارورة:

1/ قمنا بإجراء تفاعل تفكك الماء الأكسجيني باستعمال البلاتين كوسيط.

أ/ أكتب معادلة تفكك الماء الأكسجيني.

ب/ مالغرض من استعمال البلاتين.

ج/ أحسب كمية مادة ثنائي الأكسجين المنطلق من لتر من هذا المحلول.

د/ بالاستعانة بجدول التقدم، أحسب كمية مادة الماء الأكسجيني التي تسمح بانطلاق هذه الكمية من ثنائي الأكسجين.

2/ عينا تركيز محلول الماء الأكسجيني بطريقة المعايرة، أخذنا حجم:  $V_1 = 10 \text{ ml}$  من محلول الماء الأكسجيني وعائرناه بواسطة محلول من برمنغنات البوتاسيوم ( $K^+$ ,  $MnO_4^-$ ) تركيزه:  $C_2 = 0.2 \text{ mol/L}$  فكان الحجم المضاف من هذا المحلول الأخير لبلوغ نقطة التكافؤ هو:  $V_2 = 17.9 \text{ mL}$

أ/ أكتب معادلة المعايرة.

ب/ ماهو تركيز محلول الماء الأكسجيني، هل يتوافق مع القيمة المحسوبة سابقا؟

