تطور كميات المتفاعلات والنواتج

التمرين الأول:

ينمذج تحول كيميائي وفق المعادلة الكيميائية التالية: $Cu + 2Ag^+ = cu^{2+} + 2Ag$.

لتكن كمية المتفاعلات عند الحالة الابتدائية: $n_0(Ag^+) = 0.4\ mol$، $n_0(Cu) = 0.3\ mol$.

1- أكتب المعادلتين النصفيتين لتفاعل الأكسدة – إرجاع الحادث مبينا الثنائيتين: 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: $2\ mol/l$، ما هو حجم المحلول؟

5- ارسم بيان الدالتين: $n(Ag^+) = f(x)$، $n(Cu) = g(x)$، حيث x هو تقدم التفاعل.

التمرين الثاني:

ننجز الأكسدة البطيئة لحمض الأكساليك بشوارد البرمنغنات.

الثنائيتان Ox/Red الداخلتان في التفاعل هما: MnO^-_4/Mn^{2+}، $CO_2/H_2C_2O_4$

في اللحظة: $t = 0s$، نمزج $25\ ml$ من محلول برمنغنات البوتاسيوم تركيزه: $C_0 = 10^{-2}\ mol/L$ و $20\ ml$ من حمض الأكساليك تركيزه: $C_1 = 10^{-2}\ mol/L$ ثم نضيف $5\ ml$ 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: Mn^{2+} و $H_2C_2O_4$ بدلالة الزمن.

التمرين الثالث:

نحضر مزيجا يتكون من حجم: $V_1 = 50\ ml$ من الماء الأكسجوني H_2O_2 تركيزه المولي: $C1 = 0.5\ mol/L$ وحجم: $V_2 = 25\ ml$ من محلول يود البوتاسيوم المحمض تركيزه المولي: $C_2 = 0.2\ mol/L$. نلاحظ ظهور اللون الأسمر مع مرور الزمن.

1- ما هي الدلالة الكيميائية لظهور اللون الأسمر؟

2- أكتب معادلة تفاعل الأكسدة الإرجاعية الحادثة في المزيج.

3- أحسب التراكيز المولية للأنواع الكيميائية المتفاعلة في المزيج.

4- نضيف إلى المزيج (ماء + جليد) ما الغرض من ذلك؟

5- إذا أردنا تسريع التفاعل، أذكر الطرق المناسبة لذلك.

التمرين الرابع:

إن دراسة تحلل الماء الأكسوجوني: H_2O_2 يؤدي إلى تشكل غاز الأكسجين والماء، يحدث التفاعل في درجة حرارة ثابتة بوجود وسيط.

نفرض أن حجم المحلول يبقى ثابتا أثناء التحول، درجة حرارة الوسط: $\theta = 12\ °C$.

نعتبر محلولا S للماء الأكسجيني حجمه: $V = 500\ ml$ وتركيزه الإبتدائي: $[H_2O_2]_0 = 0.08\ mol/L$، نجمع غاز O_2 المتشكل ونقيس حجمه تحت ضغط ثابت بعد كل 4 دقائق فنحصل على الجدول:

t (min)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
V_{O2} (mL)	0	60	114	162	204	234	253	276	288	294	300
$[H_2O_2]$ (mol/L)											

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

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

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

4- أ/ عرف سرعة التفاعل.

ب/ أحسب سرعة التفاعل عند: $t_1 = 15\ min$.

ج/ كيف تتطور سرعة التفاعل مع الزمن.

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

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

التمرين الخامس:

في حصة للأعمال المخبرية أراد فوج من التلاميذ دراسة تحول كيميائي 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: $30ml$ وسد الدورق بإحكام 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 المنذمج للتحول الكيميائي التام الحادث في الدورق علما أن الثنائيتين المشاركتين هما:

$Mg^{2+}_{(aq)}/Mg_{(s)}$, $H^+_{(aq)}/H_{2(g)}$.

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

t (min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
V_{H2} (mL)	0	12	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 الأزمة المبينة في الجدول.

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

ج/ عين سرعة التفاعل عند اللحظة: $t = 0s$.

د/ أوجد زمن نصف التفاعل.

يعطى: $M(Mg) = 24.3\ g/mol$، $V_m = 24\ L/mol$.

التمرين السادس:

نهدف في هذه التجربة إلى دراسة التطور الزمني لتفاعل أكسدة شوارد اليود: I^- بشوارد بيروكسوديكبريتات: $S_2O_8^{2-}$.

❶ تحضير المحلولين:

1- أحسب كتلة البيروكسوديكبريتات الأمونيوم: $(2NH_4^+ + S_2O_8^{2-})$ اللازمة لتحضير $V_1 = 100\ ml$ من محلول (S_1) الذي تركيزه: $C_1 = 1\ mol/L$.

2- نريد تحضير محلولا (S_2) حجمه $V2 = 10\ ml$ وتركيزه: $V_2 = 0.2\ mol/L$ من المحلول الأم ليود البوتاسيوم: $(K^+_{aq} + I^-_{aq})$ تركيزه: $C_{O2} = 1\ mol/L$.

أ/ ما هو الحجم V_2 من المحلول الأم الذي يمكننا من تحضير المحلول: (S_2).

ب/إذا علمت أن المخبر مزود بماء مقطر، زجاجيات اشرح الطريقة المناسبة لتحضير (S_2).

❷ دراسة تطور التفاعل:

في اللحظة: $t = 0\ min$ نشكل مزيجا (M) من الحلولين السابقين (S_2) ، (S_2) حجم كل منهما $100\ ml$ فنحصل بالتدريج على لون أسمر.

1- أ/ أكتب التفاعل (1) المنمذج لأكسدة شوارد I^- بشوارد $S_2O_8^{2-}$. (تعطى الثنائيتين: I_2/I^- , $S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}$)

ب/ اللون الأسمر يعود إلى ظهور أي نوع كيميائي؟

ج/ أحسب في اللحظة: $t = 0\ min$ التركيب المولي الأبتدائي للمتفاعلات في المزيج (M).

2- في لحظات زمنية (t) مختلفة نسحب حجوما متساوية من المزيج مقدارها: $V = 10\ ml$ ونسكبها مباشرة في بيشر به (ماء + ثلج)، ما الغرض من ذلك؟

3- في كل عملية سحب نقوم بمعايرة محلول ثنائي اليود I_2 المتشكل بمحلول تيوكبريتات الصوديوم: $(2Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}{}_{(aq)})$ تركيزه: $C_2 = 10^{-2}\ mol/L$ فيظهر لون أصفر فاتح وبوجود صبغ النشاء يتغير اللون إلى الأزرق المسود ويكون التفاعل سريعا وتاما وينمذج هذا التفاعل بالمعادلة رقم: (2)

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

وباستمرار عملية التسحيح وعند الوصول إلى نقطة التكافؤ (حجم التكافؤ V_E)يصبح المزيج شفاف.

نسجل النتائج في الجدول التالي:

$T\ (min)$	0	4.5	8	16	20	25	50	36	44	54	69
$V_E\ (mL)$	0	1.8	2.4	4	4.8	5.6	6.1	6.9	7.4	8.4	9.2
$[I_2]\ (mol/L)$											
$[S_2O_8^{2-}]\ (mol/L)$											

أ/ حدد العلاقة بين كمية المادة: $n(I_2)$ لثنائي اليود المتشكل من التفاعل (1) و C_3، V_E.

ب/ عين عبارة تركيز $[I_2]$ بدلالة: C_3، V_E، V لكل عملية سحب.

ج/ بين أنه في كل لحظة t يتحقق: $[S_2O_8^{2-}] = [S_2O_8^{2-}]_0 - [I_2]$ (استعن بجدول التقدم)

4- أ/ املأ الجدول السابق.

ب/ مثل بيان: $[S_2O_8^{2-}] = f(t)$.

ج/ أحسب سرعة تفكك شوارد $S_2O_8^{2-}$ في الحظتين: $20\ min$، $40min$.

د/ انطلاقا من البيان اشرح كيفما تطور سرعة التفاعل في الزمن.

التمرين السابع:

- نعتبر التحول التام الذي معادلته: $C_2H_5Br + HO^- = C_2H_5OH + Br^-$

حجم المزيج: $V = 1\ L$ والتراكيز الإبتدائية: $[C_2H_5Br]_0 = 3\times10^{-2}\ mol/L$، $[HO^-]_0 = 7\times10^{-2}\ mol/L$.

- للمتابعة الحركية لهذا التفاعل نقيس كمية مادة $[HO^-]$ المتبقية بدلالة الزمن، من أجل ذلك نأخذ في لحظة t، $10\ ml$ من المحلول ونضعه في درجة حرارة منخفضة، ثم نعايره بمحلول لحمض الآزوت: $(H_3O^+ + NO_3^-)$ تركيزه: $5\times10^{-2}\ mol/L$ فيكون الحجم المكافئ: V_E.

$t\ (min)$	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
$V_E\ (mL)$	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 وتركزها في المحلول.

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

2- أ/ أحسب تركيز $[HO^-]$ في المحلول الأصلي خلال ازمنة مختلفة واستنتج تقدم تفاعل x دون النتائج في الجدول.

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

ج/ حسب السرعة الإبتدائية للتفاعل.

د/ كيف تتغير سرعة التفاعل.

3- أ/ ما هو التقدم الأعظمي x_{max}.

ب/ حدد زمن نصف التفاعل: $t_{1/2}$.

التمرين الثامن:

إماهة 2 كلور ميثيل بروبان تعطى بالمعادلة: $(CH_3)_3CCl + 2H_2O = (CH_3)_3COH + H_3O^+ + Cl^-$

نتابع التطور الزمني لهذا التحول بقياس الناقلية النوعية: $\delta = \sum \lambda_i [X_i]$.

نضع في بشر حجمه: $150\ ml$ مزيج يتكون من $80\ ml$ من مذيب (ماء: 95%، أستون: 5%) و $20\ ml$ من محلول 2 كلور ميثيل بروبان تركيزه: $C_0 = 0.1\ mol/L$.

نغمس خلية قياس الناقلية فنحصل على الجدول التالي:

t (min)	0	30	60	80	100	120	150	200
δ ($S.m^{-1}$)	0	0.246	0.412	0.502	0.577	0.627	0.688	0.760

1- اعط جدول اتقدم لهذا التفاعل.

2- استنتج عبارة الناقالية النوعية: δ لهذا التفاعل بدلالة التقدم x للتفاعل، ثم اعط جدول التقدم x بدلالة الزمن t.

3- ارسم المنحنى: $x = f(t)$.

4- أ/ عرف سرعة التفاعل.

ب/ عين قيمة هذه السرعة عند: $t = 50\ s$ موضحا الطريقة المستعملة.

5- أ/ أحسب قيمة التقدم الأعظمي: x_{max}.

ب/ عين زمن نصف التفاعل: $t_{1/2}$.

يعطى: $\lambda_{Cl^-} = 7.6 \times 10^{-3}\ S.m^2/mol.$ ، $\lambda_{H3O+} = 35 \times 10^{-3}\ S.m^2/mol.$

التمرين التلسع:

ننمذج التحول الكيميائي الحاصل بين المغنيزيوم Mg ومحلول حمض كلور الهيدروجين بتفاعل أكسدة إرجاع، معادلته:

$$Mg_{(s)} + 2H_3O^+ = 2H_2O_{(l)} + H_{2(g)} + Mg^{+2}_{(aq)}$$

ندخل كتلة من معدن المغنزيوم $m = 1.0g$ 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
$V\ H_{2(mL)}$	0	336	625	810	910	970	985	985	985
X(mol)									

1- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

2- أكمل جدول القياسات حيث x يمثل تقدم التفاعل.

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

4- عين التقدم النهائي x_f للتفاعل الكيميائي وحدد المتفاعل المحد.

5- 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.

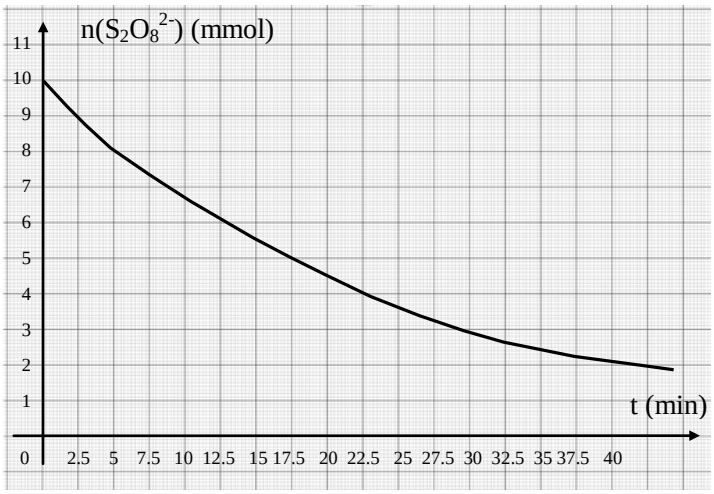
نأخذ: $M_{(Mg)}=24.3g/mol$. الحجم المولي الشروط التجريبية: $V_M=24L/mol$.

التمرين العاشر:

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: $C_1=2.0\mathbf{X}\,10^{-1}mol.L^{-1}$ 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).



ننمذج التحول الكيميائي الحاصل بالتفاعل الذي معادلته:

$$2I^-_{(aq)}+S_2O_8^{2-}{}_{(aq)}=I_{2(aq)}+2SO^{2-}{}_{4(aq)}$$

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 قيمته بيانيا.

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

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

التمرين الحادي عشر:

نقترح دراسة حركية تحول كيميائي بطيء لتحليل الماء الأكسجيني بواسطة شوارد اليود بوجود حمض الكبريت، نعتبر التحول تاما.

معادلة التفاعل المنمذج للتحول المدروس تكتب: $H_2O_{2(aq)}+2I^-_{(aq)}+2H_3O^+_{(aq)}=I_{2(aq)}+4H_2O_{(l)}$

إن محلول ثنائي اليود المتشكل ملون.

1- الدراسة النظرية للتفاعل:

أ/ عرف المؤكسد و المرجع.

ب/ ما هما الثنائيتان ox/réd الداخلتان في التفاعل؟

2- متابعة التحول الكيميائي:

في اللحظة: $t=0s$ نمزج $20.0mL$ من محلول يود البوتاسيوم تركيزه المولي: $0.1mol.L^{-1}$ المحمض بحمض الكبريت الموجود بزيادة مع: $8.00\ mL$ من الماء و $2.00mL$ من الماء الأكسيجيني تركيزه المولي: $0.10mol.L^{-1}$.

مكنت طريقة تجريبية معينة من قياس التركيز: $[I_2]$ لثنائي اليود المشكل خلال أزمنة معينة، فحصلنا على الجدول التالي:

$t(s)$	0	126	434	682	930	1178	1420	∞
$[I_2]$	0.00	1.74	4.06	5.16	5.84	6.26	6.53	

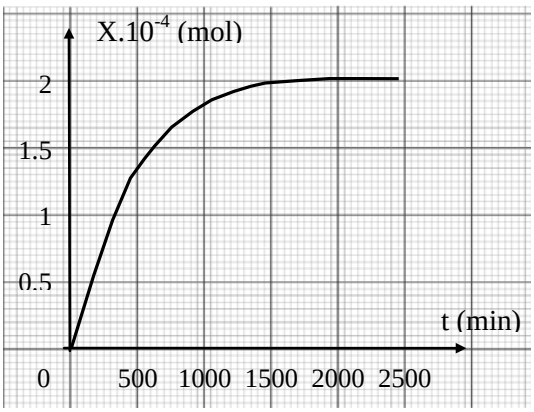
أ/ هل المزيج الابتدائي في نسبة ستيكيومترية؟

ب/ أنجز جدول التقدم للتفاعل الكيميائي.

ج/ أوجد العلاقة بين $[I_2]$ والتقدم X للتفاعل الكيميائي.

د/ عين التقدم الأعظمي، ثم استنتج القيمة النظرية لتركيز ثنائي اليود المتشكل عند نهاية التفاعل.

3- يمثل البيان تغيرات التقدم X للتفاعل بدلالة الزمن.



أ/ ما تركيب مزيج التفاعل عند اللحظة: $t=300min$؟

ب/ كيف تتغير السرعة الحجمية للتفاعل؟ علل.

ج/ ما هو العامل الحركي المسؤول عن هذا التغير؟

د/ أعط تعريف زمن نصف التفاعل ثم عينه.