المجال: التطورات الرتيبة - الوحدة :1 تطور كميات المادة للمتفاعلات والنواتج في محلول مائي خلال تحول كيميائي
سلسلة تمارين-الوحدة الأولى ثانوية العربي بن مستورة –زعرورة-تيارت-2014 الأستاذ: خيرات مخلوف بتصرف

التمرين 1 : المتابعة عن طريق المعايرة

I- محلول ماء الأكسجيني (H_2O_2) تركيزه $C_0 = 0.1\ mol/L$ ، تم تمد يد ه F مرة، نأخذ الحجم $V_1 = 20\ mL$ من المحلول الممدد للماء الأكسجيني تركيزه (C_1) و نعايره بوجود حمض الكبريت ، بواسطة محلول برمنغنات البوتاسيوم ($KMnO_4$) تركيزه $C_2 = 0.02\ mol/L$. نحصل على نقطة التكافؤ بعد إضافة حجم $V_2 = 10\ mL$ من محلول ($KMnO_4$). المعادلة المنمذجة للتحول الحادث هي :

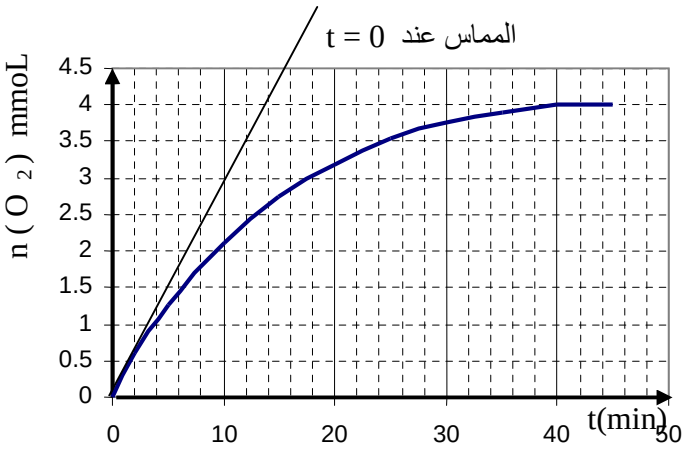
$$2MnO^-_{4\,(aq)} + 5H_2O_{2\,(aq)} + 6H^+_{(aq)} = 2\,Mn^{2+}_{(aq)} + 5\,O_{2\,(aq)} + 8\,H_2O_{(aq)}$$

1- حدد الثنائيتين (ox / red) الداخلتين في التفاعل بعد كتابة المعادلتين النصفيتين الالكترونيتين .
2- أنجز جدول التقدم لهذا التفاعل.
3- اكتب عبارة C_1 بدلالة C_2 ، V_1 ، V_2.
4- احسب C_1 ، ثم استنتج معامل التمديد F .

II- الماء الأكسجيني يتفكك ببط ء شديد ، معادلة هذا التفاعل هي :

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

إن إضافة محلول كلور الحديد الثلاثي يسرع التفاعل . عند اللحظة $t = 0\ s$ نمزج حجم $V_0 = 80\ mL$ من الماء الأكسجيني تركيزه C_0 ، مع حجم $V = 20\ mL$ من محلول كلور الحديد الثلاثي . البيان المجاور يبين تطور كمية ثنائي الأكسجين $n(O_2) = f(t)$.



1- أنجز جدول التقدم لهذا التفاعل .
2- استنتج العلاقة الموجودة بين تقدم التفاعل وكمية مادة(O_2) .
3- احسب التقدم النهائي للتفاعل .
4- عرف زمن نصف التفاعل ، وحدد قيمته .
5- اكتب عبارة سرعة التفاعل عند اللحظة (t) .
6- احسب هذه السرعة عند اللحظة (t = 0) .
7 - اذكر العوامل الحركية في هذا التحول .

التمرين 2: المتابعة عن طريق المعايرة

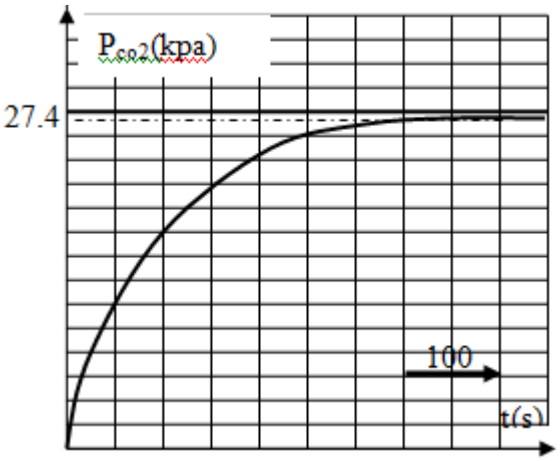
الماء الأكسيجيني H_2O_2 يتفكك ذاتيا وببطء ، لذا يحفظ في قارورات خاصة.
نريد متابعة تطور التفكك الذاتي للماء الأكسيجيني بواسطة المعايرة فتكون طريقة العمل التالية:
نأخذ $10ml$ من الماء الأكسيجيني ونضعه في بيشر ونضيف إليه كمية من محلول كلور الحديد الثلاثي وبعد كل مدة زمنية نأخذ $100ml$ من المزيج ونسكبه في بيشر يحتوي على $50ml$ من ماء شديد البرودة ، ثم نعاير محتوى البيشر بمحلول برمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$ الموجود بالسحاحة ذو التركيز $C_{tit} = 15mol/l$ ونسجل الحجم المضاف عند التكافؤ Ve في كل مرة. ندون النتائج في الجدول التالي:

t(min)	0	3,8	6,5	9,5	12,25	15,2	17,5
$Ve(ml)$	12,30	7,80	5,70	4,00	2,90	2,00	1,55
$n_{H_2O_2}$							

① معادلة التفكك الذاتي للماء الأكسيجيني $2H_2O_{2(aq)} \rightarrow O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$
حدد الثنائيتين (ox/red) المشاركتين في التفاعل.
② ما دور محلول كلور الحديد الثلاثي وهل يتدخل في التفاعل؟
③ كيف نتعرف على نقطة التكافؤ أثناء المعايرة.
④ ما دور الماء البارد وهل يغير من كمية المادة؟
⑤ اكتب المعادلتين النصفيتين ثم المعادلة الإجمالية لتفاعل المعايرة علما أن الثنائيتين المشاركتين في التفاعل هما (MnO_4^-/Mn^{2+}) ، (O_2/H_2O_2).
⑥ عبر عن الكمية $n(H_2O_2)(t)$ بدلالة C_{tit} و Ve في $100ml$، ثم أكمل الجدول السابق.
⑦ ارسم البيان $n(H_2O_2) = f(t)$ وأوجد سرعة اختفاء H_2O_2 عند اللّحظة $t = 0$.

التمرين3:المتابعةعن طريق قياس الضغط

في بالون حجمه يقارب 1 L نسكب $V = 60\ ml$ من محلول حمض الايتانويك تركيزه $C = 1.00\ mol.l^{-1}$ و ندخل فيه بسرعة كتلة $m = 1.25\ g$ من هيدروجينوكربونات الصوديوم $NaHCO_{3(s)}$ نغلق بإحكام البالون بواسطة سدادة مزودة بأنبوب موصول إلى جهاز يمكنه التقاط الضغط التفاضلي للغاز المنطلق يتفاعل حمض الايتانويك مع هيدروجينوكربونات الصوديوم و فق المعادلة



$CH_3COOH_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)} = CO_{2(g)} + CH_3COO^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

ندون ضغط غاز CO_2 الناتج في البالون بدلالة الزمن فنحصل على البيان المقابل :

1 - هل التحول بطئ أم سريع ؟

2 - عين باستعمال البيان كمية المادة n_f من غاز CO_2 المنطلقة في نهاية التجربة علما أن التجربة تمت عند درجة حرارة قدرها $T = 298\ K^\circ$ وحجم البالون $V = 1.35\ L$

(القانون العام للغازات : $PV = n\,R\,T$)

3- أحسب كمية مادة المتفاعلات في الحالة الابتدائية .

4- أعط جدول تقدم التفاعل ، و استنتج التقدم الاعظمي و المتفاعل المحد .

5- استنتج كمية مادة CO_2 النظرية المتحررة في نهاية التجربة . قارنها مع القيمة المعينة باستعمال البيان ماذا تستنتج ؟

6- أحسب سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 100\ s$ ، كيف تتطور السرعة خلال هذا التحول ؟

يعطى : $R = 8.32\ S\ I$ ، $M(NaHCO_3) = 84\ g/mol$ ، $1\ Kpa = 1000pa$

التمرين 4 : عن طريق قياس الحجم في حالة غاز

نضع في كأس بيشر حجما $V = 100\ mL$ من محلول حمض الآزوت ($H^+ + NO_3^-$) تركيزه المولي $C = 1\ mol/L$ نضيف له كتلة $m = 19{,}2\ g$ من النحاس (Cu).

1 -/ علما أن الثنائيتين OX/ Red الداخلتان في التفاعل هما (Cu^{+2}/Cu) و (NO_3^-/NO)

أ/- بين أن المعادلة المعبرة عن التفاعل المنمذج للتحول السابق هي:

$$3\ Cu_{(s)} + 2\ NO_3^-{}_{(aq)} + 8\ H^+{}_{(aq)} \longrightarrow 3\ Cu^{2+}{}_{(aq)} + 2\ NO_{(g)} + 4\ H_2O_{(L)}$$

ب/- احسب كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات.

جـ/- أنشئ جدول تقدم التفاعل المنمذج للتحول السابق.

د/- حدد المتفاعل المحد.

2/- علما أن التجربة أجريت في درجة الحرارة 25^0c وتحت الضغط $P = 10^5\ pa$

أ/- بين أن الحجم المولي للغازات في شروط التجربة هو $V_M = 24\ L$

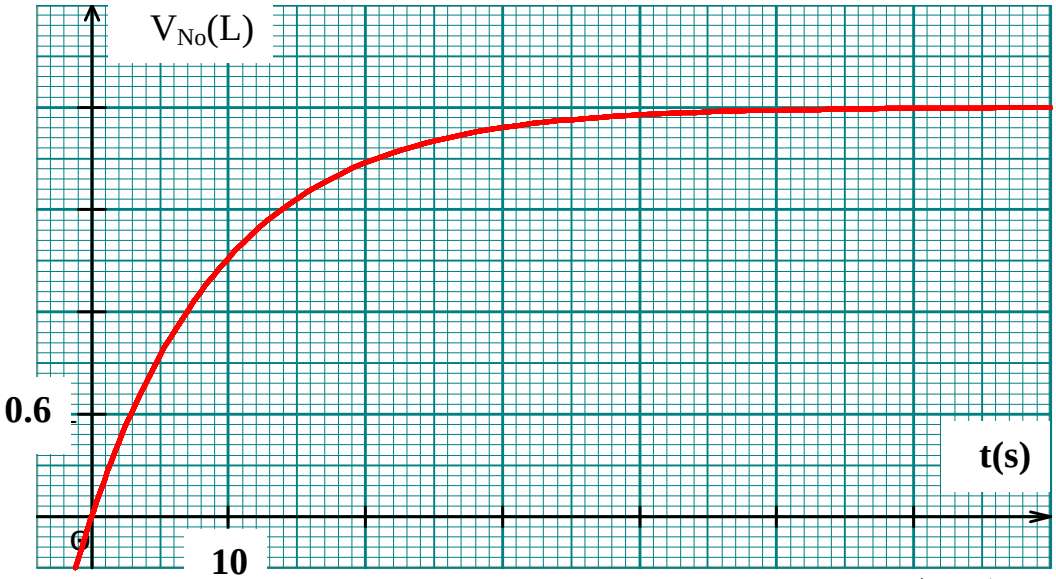
ب/- اوجد العلاقة بين حجم غاز أكسيد الازوت (V_{NO}) المنطلق والتقدم (x)

3/- يعطي الشكل المرافق تغير حجم غاز أكسيد الازوت V_{NO} بدلالة الزمن

أ/- عرف سرعة التفاعل واحسب قيمتها في اللحظة $t = 20\ s$

ب/- استنتج التركيب المولي للمزيج في اللحظة $t = 30\ s$

4/- أعط عبارة الناقلية النوعية $\sigma(t)$ للمحلول بدلالة التقدم (x)



يعطى : : قانون الغازات : $PV_{(G)}=n_GRT$ ؛

$R=8.31j°K^{-1}MoL^{-1}$؛

$M(Cu)=64g/moL$

$\lambda_{H^+} = 35\ ms\ m^2/moL$

$\lambda_{NO3^-} = 7.14\ ms\ m^2/moL$

$\lambda_{Cu^{2+}} = 10.4ms\ m^2/moL$

التمرين5 : المتابعة عن طريق قياس الحجم في حالة غاز

لدراسة التحول الكيميائي بين معدن الزنك Zn و محلول حمض كلور الماء ($H_3O^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$) وضع أحد التلاميذ في اللحظة $t = 0$ كتلة $m = 0.7\ g$ من الزنك في حوجلة و أضاف لها حجما $V = 80\ mL$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه المولي $C = 0.5mol/L$ ، و لمتابعة تطور التفاعل الكيميائي الحادث قام بقياس حجم غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق $V_{(H2)}$ في الشروط التجريبية حيث الحجم المولي $V_M = 25\ L / mol$ فتحصل على الجدول التالي :

$t\ (s)$	0	50	100	150	200	250	300	400	500
$V_{H2}\ (mL)$	0	36	64	86	104	120	132	154	170
$[Zn^{2+}]\ mol/L$									

1 – أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث بين الثنائيتين : $Zn^{2+}_{(aq)} / Zn_{(s)}$ $H_3O^+_{(aq)} / H_{2\,(g)}$

2 – مثل جدولا لتقدم التفاعل .

3 – أوجد عبارة تركيز شوارد الزنك [Zn^{2+}] في المزيج التفاعلي بدلالة : V_S ; V_M ; $V(H_2)$ ، و أكمل الجدول .

4 – أرسم المنحنى البياني : [Zn^{2+}] = f (t) باستعمال سلم رسم مناسب .

5 – حدد المتفاعل المحد و قيمة التقدم الأعظمي للتفاعل X_{max} .

6- هل نعتبر التفاعل منتهيا عند T=500 S علل؟.

7 – استنتج من البيان : أ / زمن نصف التفاعل $t_{½}$.

ب / سرعة تشكل ثنائي الهيدروجين عند اللحظة $t_1 = 100s$ يعطى : Zn = 65.4 g /mol

التمرين 6 :المتابعة عن طريق الناقلية

النوع الكيميائي : 2- كلور 2- مثيل بروبان يتميه حسب المعادلة التالية:

$$(CH_3)_3C\text{-}CL + 2\,H_2O = (CH_3)_3C\text{-}OH + H_3O^+_{(aq)} + CL^-_{(aq)}$$

نتابع التطور الزمني لهذا التحويل بطريقة قياس الناقلية . لذا ندخل في بيشر $V_1 = 20\ mL$ من محلول 2- كلور 2- مثيل بروبان تركيزه المولي : $C_1 = 0.10\ mol/L$ و مزيج يتكون من (ماء+ acétone) حجمه $V_2 = 80\ mL$. نوصل جهاز الناقلية بشكل مناسب و بعد القياس و إجراء الحساب نحصل على النتائج التالية :

T(s)	0	30	60	80	100	120	150	200
σ (S/m)	0	0.246	0.412	0.502	0.577	0.627	0.688	0760

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

2- شكل جدول تقدم التفاعل.

3- استنتج أن عبارة الناقلية النوعية σ بدلالة التقدم x للتفاعل هي : $\sigma = 426x$.

4- شكل جدول يعطي قيمة التقدم x للتفاعل بدلالة الزمن .

5- هل انتهى التفاعل عند اللحظة $t = 200\ s$ بين ذلك.

6- أرسم البيان x = f(t)

7- استنتج من المنحنى x = f(t) : * سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 50\ s$.

* قيمة زمن نصف التفاعل .

8- بين أنه بمعرفة قيمة σ_f يمكن كتابة العلاقة بين σ و x من دون الاستعانة $\lambda(H_3O^+)$ ، $\lambda(Cl^-)$

يعطى : $\lambda(H_3O^+) = 35.\ 10^{-3}\ S.m^2\ .\ mol^{-1}$ $\lambda\ (Cl^-) = 7.6.\ 10^{-3}\ S.m^2\ .\ mol^{-1}$

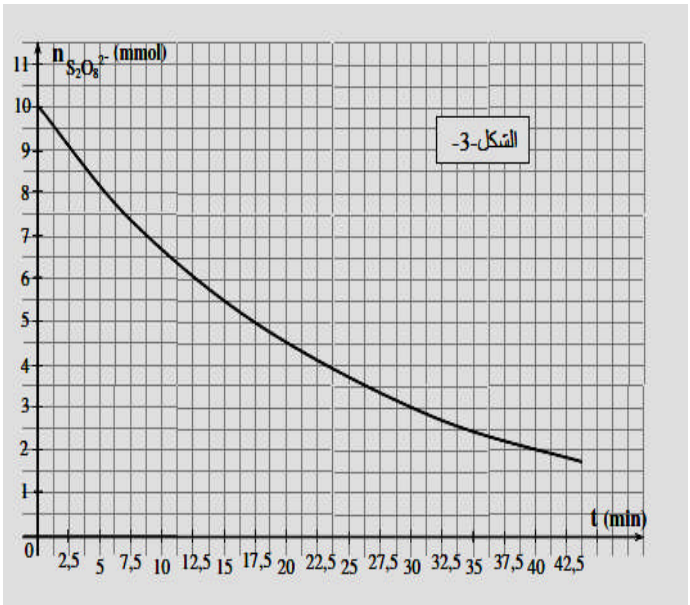
التمرين 7:

- نريد دراسة تطور التحول الكيميائي الحاصل بين شوارد محلول (S_1) لبيروكسوديكبريتات البوتاسيوم $\left(2K^+_{(aq)} + S_2O_8^{2-}{}_{(aq)}\right)$ و شوارد محلول (S_2) ليود البوتاسيوم $\left(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)}\right)$ في درجة حرارة ثابتة . لهذا الغرض نمزج في اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 50mL$ من المحلول (S_1) تركيزه المولي $C_1 = 2{,}0\times10^{-1}\,mol/L$ مع حجم $V_2 = 50mL$ من المحلول (S_2) تركيزه المولي $C_2 = 1{,}0\,mol/L$.

نتابع تغيرات كمية مادة $S_2O_8^{2-}$ المتبقية في الوسط التفاعلي في لحظات زمنية مختلفة ، فنحصل على البيان الموضح . الشكل-3 :

ننمذج 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.

4- عرف زمن التفاعل $(t_{1/2})$ واستنتج قيمته بيانيا .

5- أوجد التراكيز المولية للأنواع الكيميائية المتواجدة في الوسط التفاعلي عند اللحظة t = 10 min.

6- احسب سرعة اختفاء $S_2O_8^{2-}$ عند t = 10 min. ثم استنتج سرعة التفاعل؟.

التمرين 8:

ندرس حركية الاماهة القاعدية لأستر ميثانوات الاثيل بقياس الناقلية لخليط مثانوات الاثيل و محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ بدلالة الزمن نسكب في كأس ببشر محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C_0 = 1.0.10^{-2}\ mol/l$. نغمر خلية قياس الناقلية في المحلول و

نحرك الخلاط . نقيس الناقلية الابتدائية G_0 في لحظة نعتبرها t_0 . نضيف بعد دلك و بسرعة ميثانوات الاثيل بكمية مساوية لكمية هيدروكسيد الصوديوم الابتدائية . نقيس ناقليه المحلول بدلالة الزمن فنحصل على الجدول الآتي فيه قيم الناقلية G و التقدم x .

t (mn)	0	3	6	9	12	15	45	نهاية التفاعل
G(ms)	؟	2.16	1.97	1.84	1.75	1.68	1.20	1.05
x(mmol)	0	0.46	0.72	0.90	1.00	1.10	1.70	2.00

المعطيات . معادلة التفاعل . $HCO_2C_2H_{5\,aq} + HO^-aq = HCO_2^-{}_{aq} + CH_3CH_2OH_{aq}$

في لحظة زمنية (t) تعطى عبارة الناقلية (G) للخليط بالعلاقة .

$G(t) = K\{\lambda_{Na^+}[Na^+] + \lambda_{HO^-}[HO^-] + \lambda_{HCOO^-}[HCOO^-]\}$ حيث $K = S/L = 0.010\ m$ و λ هي الناقلية المولية الشاردية . و قيمها عند 25° هي : $\lambda_{Na^+} = 5.01 .10^{-3}\ s.m^2.mol^{-1}$ .. $\lambda_{HO^-} = 19.9.10^{-3}\ s.m^2\ mol^{-1}$. $\lambda_{HCOO^-} = 5.46.10^{-3}\ s.m^2.mol^{-1}$

يهمل حجم ميثانوات الايثيل أمام حجم هيدروكسيد الصوديوم .. حجم الخليط يساوي 200ml و تركيزه $C_b = 1.10^{-2}\ mol/l$ يهمل وجود H_3O^+ ...

1- نعتبر محلول NaOH حجمه V في اللحظة $t = 0$. أعط تركيز الشوارد في هذا المحلول عند هذه اللحظة ..

2- بين أن الناقلية G_0 يمكن أن تكتب : $G_0 = (K / v)\, n_0\{\lambda_{Na^+} + \lambda_{HO^-}\}$ حيث n_0 عدد مولات الاستر و هيدروكسيد الصوديوم . أحسب قيمة G_0 .استعمل الوحدات الدولية.

3- نرمز بـ x لتقدم التفاعل . في اللحظة t . أكمل الجدول الآتي مبينا كمية المادة بدلالة x .

المعادلة	$HCO_2C_2H_5$	OH^-	HCO_2^-	C_2H_5OH
ح ابتدائية	n_0	n_0	0	0
ح انتقالية			x	

1- ندرس ناقليه الخليط بدلالة الزمن : بين أن ناقليه الخليط يمكن كتابتها بدلالة x . وفق العلاقة .

$G = K/v\ \{\lambda_{Na^+}(n_0) + \lambda_{HO^-}(n-x) + \lambda_{HCOO^-}(x)\}$ .....*

بسط العبارة السابقة و ضع G على الشكل $G = a\,x + b$ حيث a و b ثابتين يطلب تعيينهما ..

ما المقدار الذي يعبر عنه b . ما أشارة a .. ما شكل البيان $G = f(x)$ ..

العلاقة (*) تسمح بقياس التقدم (x) في الجدول الأول . أرسم البيان $x = g(t)$

1cm……0.2 mmol 1cm…….3min

5-أعط تعريف السرعة الحجمية للتفاعل و بين أنه يمكن تحديدها في لحظة (t) . كيف تتغير سرعة التفاعل المدروس .

6- عرف زمن نصف التفاعل أعط قيمته بيانيا...

التمرين 9:

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

$$2I^-(aq) + S_2O_8^{2-}(aq) = I_2(aq) + 2SO_4^{2-}(aq)$$

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 لبيروكسوديكبريتات البوتاسيوم تركيزه المولي $c_1=4.0\times10^{-2}mol/l$ مع حجم $v_2=100ml$ من محلول مائي ليود البوتاسيوم تركيزه المولي $c_2=8.0\times10^{-2}mol/l$ فنحصل على مزيج حجمه $V_T = 200ml$

1- عين كل من الثنائيتين المؤكسدة والمرجعة واكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع.

2- أنشئ جدول تقدم التفاعل الحاصل .

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

4- أحسب قيمة $[S_2O_8^{2}]$ التركيز المولي لشوارد البيروكسوديكبريتات في اللحظة(t=0)لحظة إنطلاق التفاعل بين شوارد $S_2O_8^{2-}$ و شوارد I^- .

5- لمتابعة التركيز المولي لثنائي اليود المتشكل بدلالة الزمن نأخذ في أزمنة مختلفة ..... $t_1.t_2.t_3.t_4$ عينات من المزيج حجم كل عينة $v_0=10ml$ ونبردها مباشرة بالماء البارد والجليد وبعدها تعاير ثنائي اليود المتشكل خلال المدة t_i بواسطة محلول مائي لثيوكبريتات الصوديوم ($2Na^+ + S_2O_3^{2-}$) تركيزه المولي $C^-= 1.5\times10^{-2}mol/l$ 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 :

$I_{2(aq)}/I^-_{(aq)}$ و $S_4O_6^{2-}(aq)/S_2O_3^{2-}(aq)$

أكتب المعادلة الإجمالية لتفاعل الأكسدة –إرجاع الحاصل بين الثنائيتين .

بين مستعينا بجدول التقدم لتفاعل المعايرة ان التركيز المولي لثنائي اليود في العينة عند نقطة التكافؤ يعطي بالعلاقة :

$$[I_2] = \frac{1}{2V_0} C\ 'V\ '$$

د- أكمل جدول القياسات

ه- أرسم على الورق الملي متري البيان : $[I_2] = f(t)$

و- أحسب بيانيا السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة t=20min