

سلسلة تمارين محلولة ————— الجزء الثاني

تمرين رقم 01:

أكمل الجدول التالي .

المعادلة النصفية	أكسدة أم إرجاع	الثنائية (Ox / Red)
$Fe^{2+}(aq) + \dots \rightarrow Fe(s)$		
	أكسدة	(F^{3+} / Fe)
$I^{-}(aq) \rightarrow I_2(aq) + \dots$		
$H^{+}(aq) \rightarrow \dots$		(\dots / H_2)
	إرجاع	$(S_2O_3^{2-} / S_4O_6^{2-})$

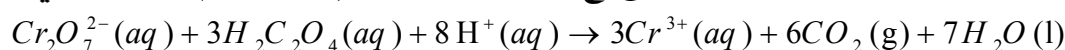
تمرين رقم 02:

أكتب معادلة التفاعل أكسدة إرجاع بناء على المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع لكل تحول كيميائي :

أ- تفاعل بين معدن النحاس $Cu(s)$ ومحلول نترات الفضة $(Ag^{+} + NO_3^{-})(aq)$.يعطى: (Cu^{2+} / Cu) و (Ag^{+} / Ag) .ب- تفاعل بين محلول ثنائي اليود $I_2(aq)$ ومحلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^{+} + S_2O_3^{2-})(aq)$.يعطى: (I_2 / I^{-}) و $(S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-})$.ج- التفكك الذاتي للماء الأكسجيني $H_2O_2(aq)$ يعطى: (O_2 / H_2O_2) و (H_2O_2 / H_2O) .د- تفاعل بين حمض الأكساليك $H_2C_2O_4(aq)$ ومحلول برمنغنات البوتاسيوم $(K^{+} + MnO_4^{-})(aq)$ في وسط حمضي .يعطى: $(CO_2 / H_2C_2O_4)$ ، (MnO_4^{-} / Mn^{2+}) .

تمرين رقم 03:

أكتب المعادلتين للأكسدة والإرجاع مع استنتاج الثنائيتين (Ox / Red) الداخلتين في التفاعل أكسدة - إرجاع التالي:



تمرين رقم 04:

نغمز قطعة من الألمنيوم النقي $Al(s)$ كتلتها $m = 810\text{ mg}$ في محلول حمض كلور الماء $(H_3O^{+} + Cl^{-})$ حجمه $V = 100\text{ mL}$ وتركيزه المولي C ، فيحدث تحول كيميائي يؤدي إلى انطلاق غاز ثنائي الهيدروجين $H_2(g)$ وتشكل شوارد الألمنيوم $Al^{3+}(aq)$.

1- أكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع مع تحديد الثنائيتين (Ox / Red) الداخلتين في التفاعل .

2- استنتج معادلة التفاعل أكسدة إرجاع .

3- انشئ جدول تقدم التفاعل .

4- أكتبنا الدراسة التجريبية من تحديد حجم غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق عند نهاية التفاعل فوجدنا

$$V_f(H_2) = 180\text{ mL}$$

أ- احسب قيمة التقدم الأعظمي x_{\max} ، ثم حدد المتفاعل المحد علما أن التفاعل تام .ب- احسب التركيز المولي C لمحلول حمض كلور الماء .ج- أجد قيمة التركيز المولي للمزيج لشوارد $Al^{3+}(aq)$ عند نهاية التفاعل .

تمرين رقم 05:

- I-** نحضر محلولاً مائياً (S_1) لبيكرومات البوتاسيوم $(2K^+ + Cr_2O_7^{2-})(aq)$ ، وذلك بإذابة كتلة m منه، للحصول على محلول تركيزه المولي $C_1 = 0,2 mol.L^{-1}$ وحجمه $V_0 = 100 mL$.
- 1- أحسب قيمة الكتلة m المستعملة في تحضير المحلول (S_1).
 - 2- أعط البروتوكول التجريبي المستعمل في تحضير المحلول (S_1).
- II-** نحقق مزيجاً ستوكيومترياً، وذلك بمزج حجماً قدره V_1 من محلول بيكرومات البوتاسيوم، مع حجم قدره $V_2 = 60 mL$ من محلول حمض الأكساليك $(H_2C_2O_4)(aq)$ تركيزه المولي C_2 مجهول، مع إضافة قطرات من حمض الكبريت المركز.
- 1- أكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع، ثم استنتج معادلة تفاعل الأكسدة الإرجاعية، علماً أن الثنائيتين الداخلتين في التفاعل: $(CO_2/H_2C_2O_4)$ و $(Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+})$.
 - 2- مكننا الدراسة تجريبية من تحديد قيمة كمية مادة شوارد (Cr^{3+}) المتشكلة عند نهاية التفاعل.
- $n_f(Cr^{3+}) = 4m mol$
- استنتج قيمة التقدم الأعظمي x_{max} .
- 3- أحسب قيمة الحجم V_1 لبيكرومات البوتاسيوم، وقيمة التركيز المولي C_2 لحمض الأكساليك.
 - 4- أحسب حجم غاز CO_2 المنطلق عند نهاية التفاعل.
 - 5- أحسب قيمة التركيز المولي لشوارد البوتاسيوم K^+ في المزيج التفاعلي.

المعطيات:

$V_m = 24 L.mol^{-1}$ هو: $M(K_2Cr_2O_7) = 294 g.mol^{-1}$ ، الحجم المولي في شرطي التجربة هو:

تمرين رقم 06:

- I-** نمزج في كأس بيشر حجماً قدره $V_1 = 100 mL$ من محلول ليود البوتاسيوم $(K^+ + I^-)(aq)$ تركيزه المولي $C_1 = 0,1 mol.L^{-1}$ مع حجم قدره $V_2 = 100 mL$ من محلول الماء الأكسيجيني $(H_2O_2)(aq)$ تركيزه المولي C_2 ، مع إضافة قطرات من حمض الكبريت المركز، فيحدث تحول كيميائي ينمذج بمعادلة التفاعل التالية:
- $$2I^-(aq) + H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) = I_2(aq) + 2H_2O(l)$$
- 1- أكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع، مع استنتاج الثنائيتين (Ox/Red) الداخلتين في التفاعل.
 - 2- أنشئ جدول تقدم التفاعل.
- II-** لتحديد كمية مادة ثنائي اليود (I_2) المتشكلة في المزيج عند نهاية التفاعل، نأخذ من المزيج السابق حجماً قدره $V = 20 mL$ و نضيف له قليلاً من صمغ النشأ، و نعايره بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})(aq)$ تركيزه المولي $C = 5 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$ ، فنلاحظ زوال اللون الأزرق كلياً بعد إضافة حجماً قدره $V_E = 12 mL$ من محلول ثيوكبريتات الصوديوم.
- 1- أرسم التركيب التجريبي المستعمل في هذه المعايرة، مع إرفاقه بالبيانات اللازمة.

2. أكتب معادلة تفاعل المعايرة اعتماداً على المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع، علماً أن الشائيتين الداخلتين في التفاعل هما: $(S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-})$ و (I_2/I^-) .
3. اعتماداً على جدول تقدم تفاعل المعايرة، أكتب عبارة $n_E(I_2)$ بدلالة C و V_E عند التكافؤ.
4. أ. جد كمية مادة ثنائي اليود $n(I_2)$ الكلية المتشكلة في المزيج السابق.
ب. استنتج قيمة التقدم الأعظمي x_{\max} ، ثم حدد المتفاعل المحد.
ج. جد قيمة التركيز المولي C_2 .
- المعطيات:** صمغ النشاء + محلول ثنائي اليود (I_2) يعطي لنا اللون الأزرق.

المعادلة النصفية	أكسدة أم إرجاع	الثنائية (Ox / Red)
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s)$	إرجاع	(Fe^{2+} / Fe)
$Fe(s) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + 3e^-$	أكسدة	(Fe^{3+} / Fe)
$2I^-(aq) \rightarrow I_2(aq) + 2e^-$	أكسدة	(I_2 / I^-)
$2H^+(aq) \rightarrow H_2(g) + 2e^-$	أكسدة	(H^+ / H_2)
$S_4O_6^{2-}(aq) + 2e^- \rightarrow 2S_2O_3^{2-}(aq)$	إرجاع	$(S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-})$

أ- المعادلة النصفية للأكسدة: $(Cu^{2+} / Cu) : Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$.

المعادلة النصفية للإرجاع: $(Ag^+ / Ag) : Ag^+(aq) + 1e^- \rightarrow Ag(s) \times 2$.

معادلة أكسدة إرجاع: $Cu(s) + 2Ag^+(aq) = Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$.

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

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

معادلة أكسدة إرجاع: $2S_2O_3^{2-}(aq) + I_2(aq) = S_4O_6^{2-}(aq) + 2I^-(aq)$.

ج- المعادلة النصفية للأكسدة: $(O_2 / H_2O_2) : H_2O_2(aq) \rightarrow O_2(g) + 2H^+(aq) + 2e^-$.

المعادلة النصفية للإرجاع: $(H_2O_2 / H_2O) : H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow 2H_2O(l)$.

معادلة أكسدة إرجاع: $2H_2O_2(aq) = O_2(g) + 2H_2O(l)$.

د- المعادلة النصفية للأكسدة: $(CO_2 / H_2C_2O_4) : H_2C_2O_4(aq) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H^+(aq) + 2e^- \times 5$.

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

معادلة أكسدة إرجاع: $5H_2C_2O_4(aq) + 2MnO_4^-(aq) + 6H^+(aq) = 10CO_2(g) + 2Mn^{2+}(aq) + 8H_2O(l)$.

المعادلة النصفية للأكسدة: $(CO_2 / H_2C_2O_4) : H_2C_2O_4(aq) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H^+(aq) + 2e^-$ ومنه:

المعادلة النصفية للإرجاع: $(Cr_2O_7^{2-} / Cr^{3+}) : Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O(l)$ ومنه:

1- المعادلتين النصفيتين للأكسدة والارجاع مع تحديد الثنائيتين (Ox / Red) الداخلتين في التفاعل:

المعادلة النصفية للأكسدة: $(Al^{3+}(aq) / Al(s)) : Al(s) \rightarrow Al^{3+}(aq) + 3e^-$.

المعادلة النصفية للارجاع: $2H_3O^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2H_2O(l)$: $(H_3O^+(aq)/H_2(g))$

2- استنتاج معادلة التفاعل أكسدة ارجاع:

المعادلة النصفية للأكسدة: $\left(Al(s) \rightarrow Al^{3+}(aq) + 3e^- \right) \times 2$

المعادلة النصفية للارجاع: $\left(2H_3O^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2H_2O(l) \right) \times 3$

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

3- جدول تقدم التفاعل:

حالة	تقدم التفاعل ب mol	$2Al(s) + 6H_3O^+(aq) = 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g) + 6H_2O(l)$				
ابتدائية	$x = 0$	n_{01}	n_{02}	0	0	بالزيادة
انتقالية	x	$n_{01} - 2x$	$n_{02} - 6x$	$2x$	$3x$	بالزيادة
نهائية	x_{\max}	$n_{01} - 2x_{\max}$	$n_{02} - 6x_{\max}$	$2x_{\max}$	$3x_{\max}$	بالزيادة

4- احساب قيمة التقدم الأعظمي x_{\max} :

لدينا من جدول تقدم التفاعل عند الحالة النهائية: $n_f(H_2) = 3x_{\max}$ ومنه: $x_{\max} = \frac{n_f(H_2)}{3}$

ولدينا أيضا: $n_g = \frac{V_g}{V_M}$ ومنه: $n_f(H_2) = \frac{V_f(H_2)}{V_M}$

وعليه: $x_{\max} = \frac{V_f(H_2)}{3V_M}$ ت-ع: $x_{\max} = \frac{180 \cdot 10^{-3}}{3 \times 24} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

- تحديد المتفاعل المحد:

نفرض أن $Al(s)$ هو المتفاعل المحد أي: $n_{01} - 2x_{\max} = 0$

ومنه: $n_{01} - 2x_{\max} = \frac{m}{M(Al)} - 2x_{\max}$ ومنه: $\frac{810 \cdot 10^{-3}}{27} - 2 \times 2,5 \cdot 10^{-3} = 25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

وعليه: $n_{01} - 2x_{\max} \neq 0$

وبالتالي $Al(s)$ موجود بالزيادة وعليه المتفاعل المحد هي شوارد $H_3O^+(aq)$

ب- حساب التركيز المولي C لمحلل حمض كلور الماء:

لدينا $(H_3O^+(aq))$ متفاعل محد يعني أن: $n_{02} - 6x_{\max} = 0$ ومنه: $cV = 6x_{\max}$

أي: $c = \frac{6x_{\max}}{V}$ ت-ع: $c = \frac{6 \times 2,5 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-3}} = 0,15 \text{ mol/L}$ أي: $c = 0,15 \text{ mol/L}$

ج- التركيز المولي للمزيج لشوارد $Al^{3+}(aq)$ عند نهاية التفاعل:

لدينا: $n_f(Al^{3+}) = 2x_{\max}$ ومنه: $[Al^{3+}]_f V = 2x_{\max}$ أي: $[Al^{3+}]_f = \frac{2x_{\max}}{V}$

ت-ع: $[Al^{3+}]_f = 0,05 \text{ mol/L}$ أي: $[Al^{3+}]_f = \frac{2 \times 2,5 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-3}} = 0,05 \text{ mol/L}$

I- 1- حساب قيمة الكتلة m المستعملة في تحضير المحلول (S_1):

لدينا:
$$\begin{cases} n = C_1 V_0 \\ n = \frac{m}{M} \end{cases}$$
 ومنه: $\frac{m}{M} = C_1 V_0$ أي: $m = C_1 V_0 M$ ت-ع: $m = 0,2 \times 0,1 \times 294 = 5,88g$.

2- البروتوكول التجريبي المستعمل في تحضير المحلول (S_1):

- بواسطة ميزان الكتروني حساس مضبوط وزن الكتلة $m = 5,88g$ من مسحوق بيكرومات البوتاسيوم.
- بالاعتماد على قمع نضيف الكتلة $m = 5,88g$ إلى حوجلة عيارية سعتها $100 mL$ فيها $30 mL$ من الماء المقطر مع الرج.

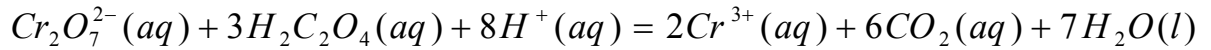
- نكمل بالماء المقطر حتى نصل لخط العيار مع الرج المستمر.

- على ملصقة نكتب اسم المحلول (S_1) وتركيزه المولي $C_1 = 0,2 mol / L$ مع سد فوهة الحوجلة.

II- 1- المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع، ثم استنتاج معادلة تفاعل الأكسدة الإرجاعية:

- المعادلة النصفية للأكسدة: $(CO_2 / H_2C_2O_4): \left(H_2C_2O_4(aq) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H^+ + 2e^- \right) \times 3$

- المعادلة النصفية للإرجاع: $(Cr_2O_7^{2-} / Cr^{3+}): Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O(l)$
- معادلة أكسدة إرجاع:



بد جدول تقدم هذا التفاعل:

الحالة	تقدم التفاعل بـ mol	$Cr_2O_7^{2-} + 3H_2C_2O_4 + 8H^+ = 2Cr^{3+} + 6CO_2 + 7H_2O$					
الابتدائية	$x = 0$	n_{01}	n_{02}	بالزيادة	0	0	بالزيادة
الانتقالية	x	$n_{01} - x$	$n_{02} - 3x$	بالزيادة	$2x$	$6x$	بالزيادة
النهائية	x_{max}	$n_{01} - x_{max}$	$n_{02} - 3x_{max}$	بالزيادة	$2x_{max}$	$6x_{max}$	بالزيادة

2- استنتاج قيمة التقدم الأعظمي x_{max} : من جدول تقدم التفاعل عند الحالة النهائية نجد: $n_f(Cr^{3+}) = 2x_{max}$

ومنه: $x_{max} = \frac{n_f(Cr^{3+})}{2} = \frac{4 \times 10^{-3}}{2} = 2 \times 10^{-3} mol$ ت-ع:

3- حساب قيمة الحجم V_1 لبيكرومات البوتاسيوم، وقيمة التركيز المولي C_2 لحمض الأكساليك:
نعلم أن المزيج ستكويومتري أي:

أي:
$$\begin{cases} V_1 = \frac{x_{max}}{C_1} \\ C_2 = \frac{3x_{max}}{V_2} \end{cases} \quad \text{ومنه:} \quad \begin{cases} C_1 V_1 - x_{max} = 0 \\ C_2 V_2 - 3x_{max} = 0 \end{cases}$$

ت-ع: $V_1 = \frac{2 \times 10^{-3}}{0,2} = 10^{-2} L = 10 mL$ و $C_2 = \frac{3 \times 2 \times 10^{-3}}{60 \times 10^{-3}} = 0,1 mol / L$

4- حساب حجم غاز CO_2 المنطلق عند نهاية التفاعل:

لدينا:
$$\begin{cases} n_f(CO_2) = 6x_{max} \\ n_f(CO_2) = \frac{V_f(CO_2)}{V_m} \end{cases}$$
 ومنه: $\frac{V_f(CO_2)}{V_m} = 6x_{max}$ أي: $V_f(CO_2) = 6x_{max} V_m$

ت-ع: $V_f(CO_2) = 6 \times 2 \times 10^{-3} \times 24 = 288 \times 10^{-3} L = 288 mL$

5- حساب قيمة التركيز المولي لشوارد البوتاسيوم K^+ في المزيج التفاعلي:

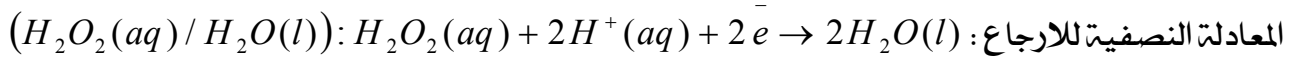
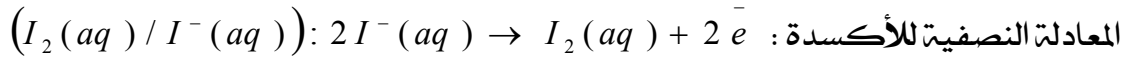
لدينا: $[K^+] = \frac{n_0(K^+)}{V_T} = \frac{[K^+]_0 V_1}{(V_1 + V_2)} = \frac{2 C_1 V_1}{(V_1 + V_2)}$

ت-ع: $[K^+] = \frac{2 \times 0,2 \times 10}{(10 + 60)} = 5,7 \times 10^{-2} mol / L$

تمرين رقم 06:

I-

1- كتابة المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع، مع استنتاج الشائيتين (Ox / Red) الداخلتين في التفاعل:



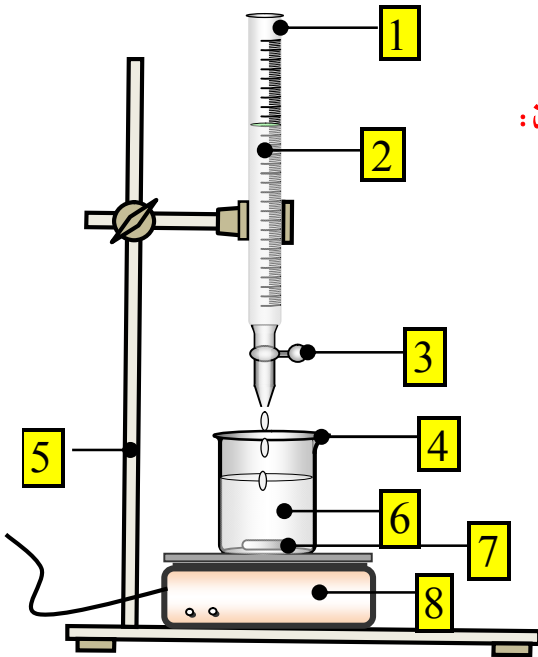
2- جدول تقدم التفاعل:

الحالة	تقدم التفاعل بـ mol	$2 I^-(aq) + H_2O_2(aq) + 2 H^+(aq) = I_2(aq) + 2 H_2O(l)$				
الابتدائية	$x = 0$	n_{01}	n_{02}	بالزيادة	0	بالزيادة
الانتقالية	x	$n_{01} - 2x$	$n_{02} - x$	بالزيادة	x	بالزيادة
النهائية	x_{max}	$n_{01} - 2x_{max}$	$n_{02} - x_{max}$	بالزيادة	x_{max}	بالزيادة

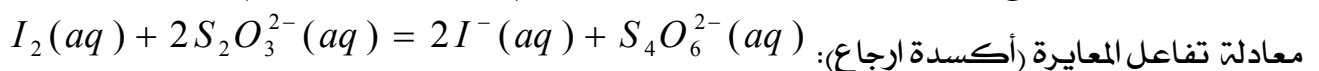
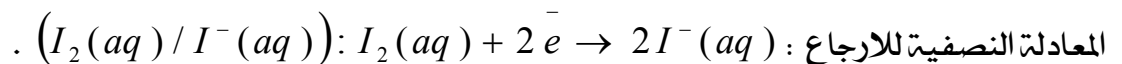
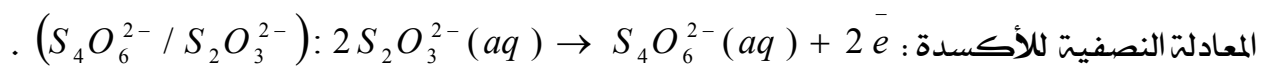
II-

1- التركيب التجريبي المستعمل في هذه المعايرة، مع ارفاقه بالبيانات اللازمة:

رقم البيان	الاسم الموافق للعنصر
1	سحاحة مدرجة.
2	محلول ثيوكبريتات الصوديوم.
3	صنبور.
4	بيشر.
5	الحامل.
6	المحلول المعاير.
7	قطعة ممغنطيسية.
8	مخلوط ممغنطيسي.



2- معادلة تفاعل المعايرة اعتمادا على المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع:



3- إعتامادا على جدول تقدم تفاعل المعايرة، أكتب عبارة $n_E(I_2)$ بدلالة C و V_E عند التكافؤ:

حالة	تقدم التفاعل ب mol	$I_2(aq) + 2S_2O_3^{2-}(aq) = 2I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$			
التكافؤ	x_E	$n_E(I_2) - x_E$	$n_2 - 2x_E$	$2x_E$	x_E

عند التكافؤ يتحقق مزيج ستيكيومتري أي:

$$. n_E(I_2) = \frac{n_2}{2} = \frac{CV_E}{2} \text{ أي: } \begin{cases} x_E = n_E(I_2) \\ x_E = \frac{n_2}{2} \end{cases} \text{ ومنه: } \begin{cases} n_E(I_2) - x_E = 0 \\ n_2 - 2x_E = 0 \end{cases}$$

4- أ- إيجاد كمية مادة ثنائي اليود $n(I_2)$ الكلية المتشكلة في المزيج السابق:

$$. n(I_2) = 10 \times n_E(I_2) \text{ أي: } n(I_2) = \frac{200 \times n_E(I_2)}{20} \text{ ومنه: } \begin{cases} n_E(I_2) \rightarrow 20 \text{ mL} \\ n(I_2) \rightarrow 200 \text{ mL} \end{cases} \text{ لدينا:}$$

$$\text{وعليه: } n(I_2) = \frac{10 \times CV_E}{2}$$

$$. n(I_2) = \frac{10 \times 5 \times 10^{-2} \times 12 \times 10^{-3}}{2} = 3 \times 10^{-3} \text{ mol} \text{ ت-ع:}$$

ب- استنتاج قيمة التقدم الأعظمي x_{\max} :

$$. x_{\max} = 3 \times 10^{-3} \text{ mol} \text{ أي: } n(I_2) = x_{\max} \text{ لدينا من جدول تقدم التفاعل:}$$

$$n_{01} - 2x_{\max} = 0 \text{ أي: } (I^-) \text{ متفاعل محد:}$$

$$\text{ومنه: } 0,1 \times 0,1 - 2 \times 3 \cdot 10^{-3} \neq 0 \text{ ت-ع: } C_1V_1 - 2x_{\max} = 0$$

$$\text{وعليه: } (I^-) \text{ موجود بالزيادة في المزيج عند نهاية التفاعل وبالتالي المتفاعل المحد هو: } H_2O_2(aq).$$

ج- قيمة التركيز المولي C_2 :

$$\text{لدينا } H_2O_2(aq) \text{ متفاعل محد: } n_{02} - x_{\max} = 0 \text{ ومنه: } C_2V_2 = x_{\max}$$

$$C_2 = \frac{3 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}} = 3 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \text{ ت-ع: } C_2 = \frac{x_{\max}}{V_2} \text{ أي:}$$

Prof Salim