

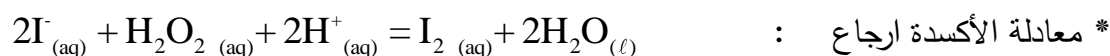
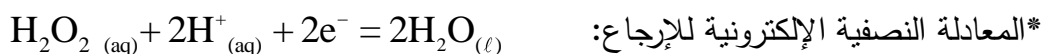


مؤشر الكفاءة : المتابعة الزمنية لتحول كيميائي بطئ بواسطة المعايرة اللونية.

I- الموضوع: متابعة أكسدة شوارد اليود $I^-_{(aq)}$ في وسط حمضي بواسطة الماء الأكسجيني $H_2O_{2(aq)}$ أثناء مزج محلولي الماء الأكسجيني $H_2O_{2(aq)}$ و يود البوتاسيوم $(K^+ + I^-)_{(aq)}$ يحدث تحول كيميائي بطيء (التفاعل ①).

التنائيان مرجع/مؤكسد الداخلتان في التفاعل هما: $I_{2(aq)} / I^-_{(aq)}$ و $H_2O_{2(aq)} / H_2O_{(l)}$

1- أكتب معادلة التفاعل المنمذجة لهذا التحول:



2- كيف يتغير لون المحلول ؟

- يتميز محلول ثنائي اليود $I_{2(aq)}$ بلون أصفر داكن، بالتالي فإن ظهور

هذا اللون في الوسط التفاعلي و زيادة حدته يسمح لنا بمتابعة هذا

التحول.



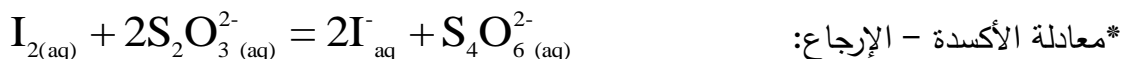
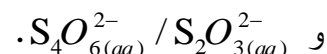
II- المبدأ:

لتعيين كمية مادة ثنائي اليود الناتج في الوسط التفاعلي عند لحظة زمنية (t) نستعمل المعايرة اللونية.

من أجل هذا نستعمل محلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})_{(aq)}$ عديم اللون تركيزه المولي

$$. C = 0,04 \text{ mol/L}$$

1- أكتب معادلة التفاعل المنمذج للمعايرة (التفاعل ②) علما أن التنائيان مرجع/مؤكسد هما: $I_{2(aq)} / I^-_{(aq)}$



2- أنشئ جدول تقدم تفاعل المعايرة (التفاعل ②).

المعادلة	$I_{2(aq)} + 2S_2O_3^{2-(aq)} = 2I_{(aq)}^- + S_4O_6^{2-(aq)}$			
الحالة الابتدائية	$n(I_2)$	$n_E(S_2O_3^{2-})$	0	0
الحالة النهائية t_f	$n(I_2) - x_E$	$n_E(S_2O_3^{2-}) - 2x_E$	$2x_E$	x_E

3 - أكتب عبارة التقدم الأعظمي عند التكافؤ.

$$x_E = n(I_2) = \frac{n_E(S_2O_3^{2-})}{2}$$

4 - استنتج عبارة كمية مادة ثنائي اليود بدلالة C و V_E (الحجم المضاف عند التكافؤ).

$$n_{(I_2)} = \frac{C \cdot V_E}{2}$$

5- عندما نأخذ عينة من الوسط التفاعلي (التفاعل ①) لمعايرتها هل التفاعل بين الماء الأكسجيني

$H_2O_2(aq)$ و شوارد اليود $I_{(aq)}^-$ يتوقف أم يتواصل؟ اشرح ذلك.

التفاعل لا يتوقف بل يستمر، وجزيئات ثنائي اليود $I_{2(aq)}$ تكون في شكل مستمر.

6- كيف يمكن معايرة النوع الكيميائي $I_{2(aq)}$ في هذه التجربة وهو في حالة تطور مستمر؟

نقوم بايقاف التفاعل بالتبريد المفاجئ للوسط التفاعلي (2) ثم نعاير ثنائي اليود $I_{2(aq)}$ المتشكل بشوارد

الثيوكبريتات $S_2O_3^{2-(aq)}$.

III- البروتوكول التجريبي:

أ / المحاليل:

	محلول الماء الأكسجيني (S_1) $H_2O_2(aq)$	محلول يود البوتاسيوم (S_2) $(K^+ + I^-)_{aq}$	محلول حمض الكبريت المركز $(2H^+ + SO_4^{2-})_{aq}$
الحجم (mL) V	$V_1=50$	$V_2=50$	1
التركيز (mol/L) C	$C_1=0,056$	$C_2=0,2$	3

ب- الوسائل:

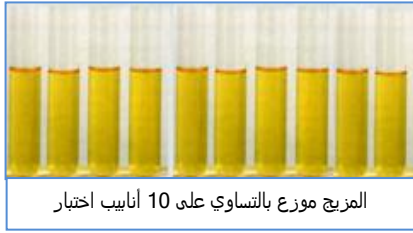
- قمع.	- قارورة عيارية سعتها 50mL.
- حامل.	- 10 أنابيب اختبار.
- مخلاط مغناطيسي.	- سحاحة 25mL.
- مقيائية.	- ماصة: عيارية مدرجة سعتها: 1mL، 5mL.
	- اجاصة مص.

ج - التجربة:

1- أذكر خطوات العمل في التجربة ①.

1-1- نوزع 50 mL من المحلول (S₁) للماء الأكسجيني بواسطة ماصة عيارية سعتهما 5 mL على 10 أنابيب اختبار.

1-2- نضيف لكل أنبوب قطرات من محلول حمض الكبريت المركز. وفي لحظة t = 0 نسكب في كل واحد منهم 5 mL من محلول (S₂) ليود البوتاسيوم و نشغل الميقاتية.



1-3- نملأ السحاحة بمحلول ثيوكبريتات الصوديوم ونضبط الحجم عند الصفر.

2- برأيك هل لون الوسط التفاعلي يتطور بنفس الطريقة في الأنابيب العشرة؟

نلاحظ أن لون المحلول يتطور بنفس الطريقة في الأنابيب العشرة في كل لحظة.

3- أذكر البروتوكول التجريبي للمعايرة.

أ- في اللحظة t₁ نبرد العينة رقم 1 الموجودة في الأنبوب الأول ، و نبدأ المعايرة حتى يصبح اللون أصفرا فاتحا ، نضيف له كمية قليلة من صمغ النشاء فيصبح لون العينة **أزرقا** ثم نتم المعايرة حتى زوال هذا اللون .

ب- نسجل V_E حجم محلول ثيوكبريتات الصوديوم (2Na⁺, S₂O₃²⁻)_{aq} المضاف لبلوغ نقطة التكافؤ.

ج- نكرر هذه العملية مع بقية الأنابيب الأخرى في أزمنة مختلفة t_i ثم نسجل قيم V_E في كل مرة.

4 - أحسب كمية المادة الابتدائية لكل من: I⁻_(aq) ، S₂O₃²⁻_(aq) الموجودة في كل عينة.

$$n_{0(I^-)} = \frac{C_2 \cdot V_2}{10} = \frac{0,2 \times 50 \cdot 10^{-3}}{10} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 1 \text{ mmol}$$

$$n_{0(H_2O_2)} = \frac{C_1 \cdot V_1}{10} = \frac{56 \cdot 10^{-3} \times 50 \cdot 10^{-3}}{10} = 0,28 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,28 \text{ mmol}$$

5- ما هو دور حمض الكبريت (2H⁺ + SO₄²⁻)_(aq) المستعمل ؟

لأن التفاعل يتم في وسط حمضي.

6 - أنشئ جدول تقدم التفاعل ① الخاص بالتحول الكيميائي الذي يحدث بين ثنائي اليود و الماء الأكسجيني.

المعادلة	$2I^-_{aq} + H_2O_{2(aq)} + 2H^+_{aq} = I_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$			
الحالة الابتدائية	(C ₂ ·V ₂)/10=1mmol	(C ₁ ·V ₁)/10=0,28mmol		0
الحالة الانتقالية (t)	1-2x(t)	0,28-x(t)	بالزيادة	x(t)
الحالة النهائية (t _f)	1-2x _{max}	0,28-x _{max}		x _{max}

7 - نلخص نتائج قياسات المعايرة في الجدول التالي:

t(s)	0	60	160	270	360	510	720	900	1080	1440	1800
V _E (mL)	0	2,2	4,8	6,5	7,5	9,0	10,5	11,5	12,5	13,5	14,0

8- عند اللحظة t = 360s أحسب كمية مادة كل فرد من الأفراد الكيميائية المتواجدة في العينة و لخصها في جدول.

- من جدول القياسات و عند حدوث التكافؤ تكون قيمة حجم محلول ثيوكبريتات الصوديوم المضاف . V_E = 7,5mL

$$n_{I_2}(t) = \frac{C \cdot V_E}{2} = \frac{0,04 \times 7,5 \cdot 10^{-3}}{2} = 0,15 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,15 \text{ mmol}$$

$$n_{I_2}(t) = 5 \times 0,04 \times 7,5 \cdot 10^{-3} = 1,5 \text{ mmol} \quad \text{ومنه} \quad n_{I_2}(t) = 10 \times \frac{C \cdot V_E}{2} = 5C \cdot V_E$$

بالاعتماد على جدول تقدم التفاعل و كذلك على قيمة n_{I₂}(t) نعين كمية مادة الأفراد الكيميائية في الوسط التفاعلي.

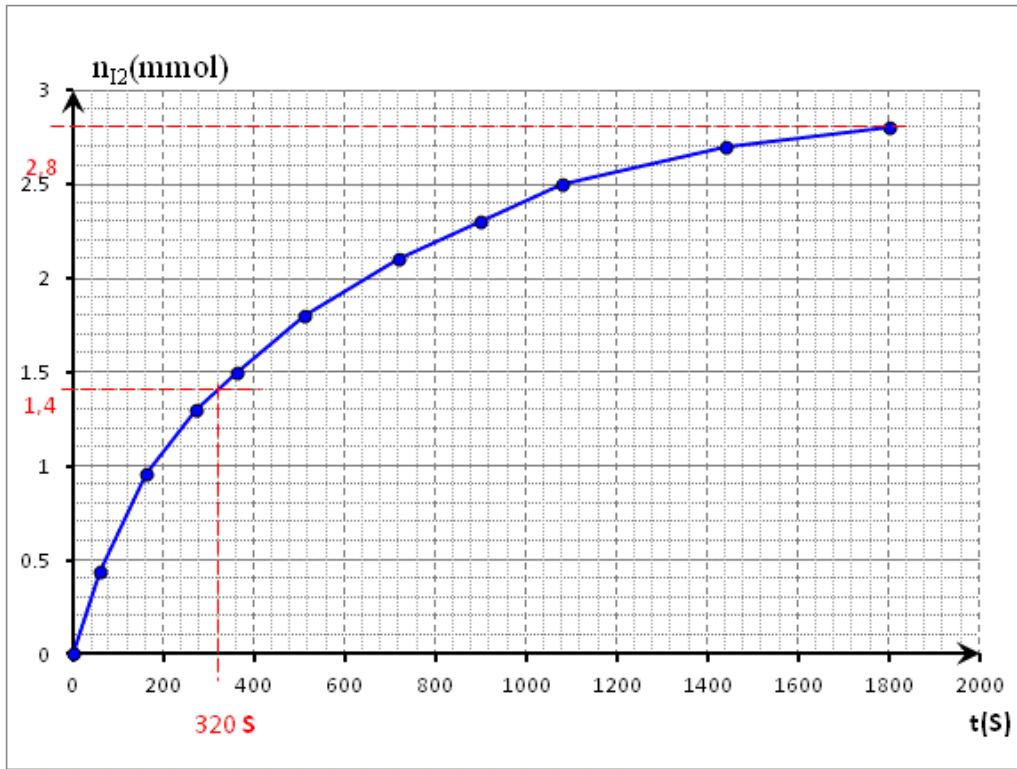
$$n_{(H_2O_2)_t} = C_1 V_1 - x = 0,28 \cdot 10 - 1,5 = 1,3 \text{ mmol}$$

$$n_{(I^-)_t} = C_2 V_2 - 2x = 1 \cdot 10 - 2 \cdot 1,5 = 7 \text{ mmol}$$

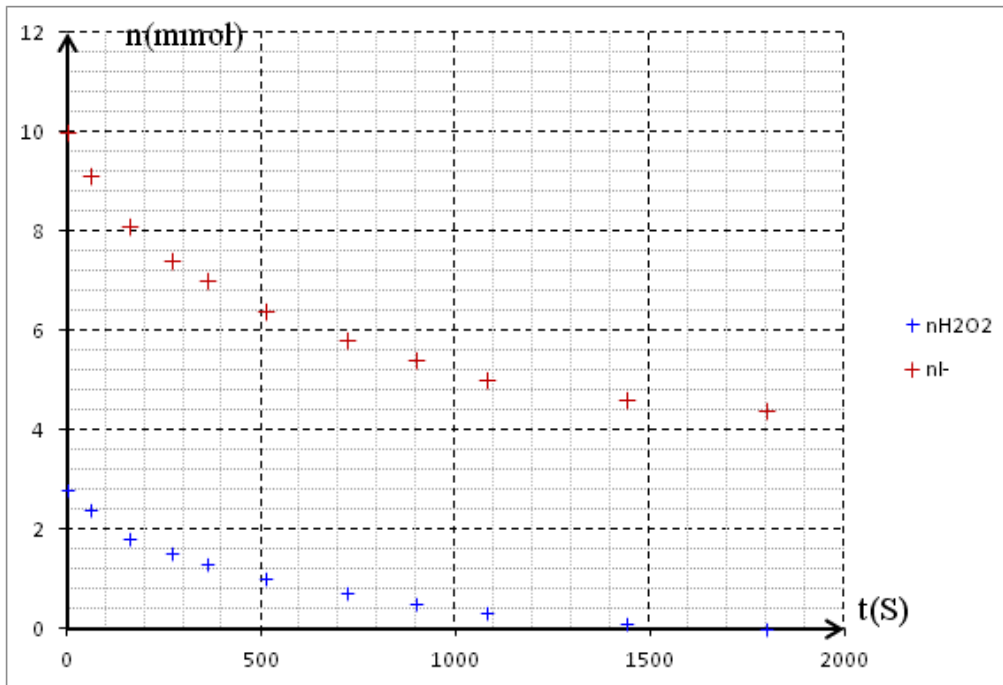
9 - أ / أكمل الجدول:

t(s)	0	60	160	270	360	510
n _(I₂) (mmol)	0	0,44	0,96	1,30	1,50	1,80
n _(H₂O₂) (mmol)	2,8	2,4	1,8	1,5	1,3	1,0
n _(I⁻) (mmol)	10,0	9,1	8,1	7,4	7,0	6,4
t(s)	720	900	1080	1440	1800	
n _(I₂) (mmol)	2,10	2,30	2,50	2,70	2,80	
n _(H₂O₂) (mmol)	0,7	0,5	0,3	0,1	0	
n _(I⁻) (mmol)	5,8	5,4	5,0	4,6	4,4	

- ب/ رسم البيان : n_(I₂) = f₁(t)



-ج/ رسم البيان: $n_{(I_2)} = f_3(t)$ ، $n_{(H_2O_2)} = f_2(t)$



ملاحظات:

- يضاف صبغ النشاء عندما يصبح لون المحلول أصفر فاتح .
- صبغ النشاء ضروري لأنه يكشف عن وجود $I_{2(aq)}$ مهما كانت كميته ،حتى ولو كانت كميته قليلة.