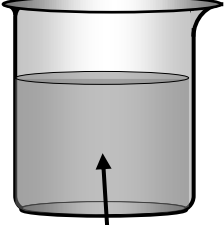
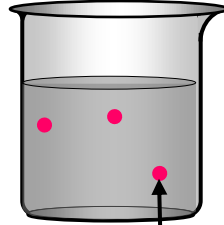
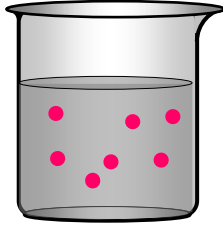
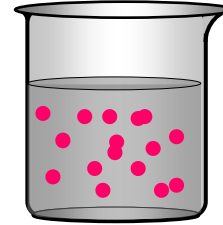
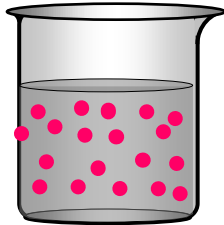


- تبسيط لعملية المتابعة عن طريق المعايرة اللونية: نُحدث تفاعل تام بين حجم $V_1 = 50ml$ من $S_2O_8^{2-}$ تركيزه المولي c_1 مع حجم $V_2 = 50ml$ من $(K^+ + I^-)$ تركيزه المولي c_2 .
- معادلة هذا التفاعل البطيء موضح في جدول التقدم أسفله:

معادلة التفاعل		$S_2O_8^{2-}(aq) + 2 I^-_{(aq)} = I_{2(aq)} + 2SO_4^{2-}(aq)$			
الحالة	التقدم	كمية المادة بالمول			
الابتدائية	0	c_1V_1	c_2V_2	0	0
الانتقالية	x_t	$c_1V_1 - x_t$	$c_2V_2 - x_t$	x_t	x
النهائية	x_f	$c_1V_1 - x_f$	$c_2V_2 - x_f$	x_f	x_f

- الفكرة الأساسية هي معرفة كمية المادة لثنائي اليود $n(I_2)_t$ في لحظات زمنية مُختلفة وهذا بإستغلال اللون المميز للـ I_2 (بنّي أو بُني مُصفر أو أسمر) , ونعلم من جدول التقدم : $n(I_2)_t = x_t$ إذن تتبع كمية مادة ثنائي اليود يُمكننا من تتبع تقدم التفاعل x_t وعليه يُمكننا رسم المنحنى $x_t = f(t)$ (إذن يمكننا حساب سرعة أو كمية مادة أو تركيز ... في أي لحظة ما وهذا هو الهدف من المتابعة)
- إذن كيف نقوم بذلك؟
- بإختصار يُمكن توضيحها في الرسم التالي : نقوم بعملية المزج بين V_1 و V_2 ونكررها 05 مرات (أو أكثر) :

عند الدقيقة $t = 0 min$	$t = 5 min$	$t = 10 min$	$t = 15 min$	$t = 20 min$
◀ نقوم بمزج $V_1 + V_2$ مرة أخرى .	◀ نقوم بمزج V_1 و V_2	◀ نكرر العملية	◀ نكرر العملية	◀ نكرر العملية
				

لا وجود للـ I_2 لأن التفاعل لم يبدأ والنواتج معدومة

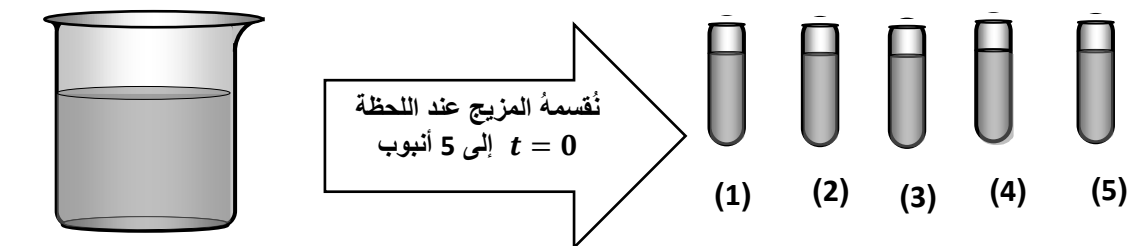
بداية تشكل الـ I_2 مع تقدم التفاعل ويستمر في الظهور والتشكل حتى يتوقف التفاعل $x_t = x_f$ عندها يتوقف التفاعل ومنه تتوقف زيادة كمية مادة الـ I_2 أي وصلنا إلى $n(I_2)_f$

ترميز للـ I_2 وتزايد كمية مادتها بتطور التفاعل .

- نذكر بأن كمية المادة (عدد المولات) ماهي إلا عدد لأفراد الكيميائية نكتب $n(I_2) = 2 mol$ أي أن عدد أفراد الـ I_2 هي : فرد $N(I_2) = 2 \times 6,023 \times 10^{23}$

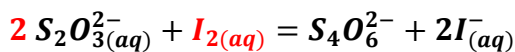
- ولتحديد كمية مادة الـ I_2 في المزيج ، في كل مرة نقوم بعملية المعايرة للمزيج بمحلول مناسب يتفاعل تفاعل أكسدة - إرجاع مع الـ I_2 ونتوقف عن إضافة المحلول الذي نُعاير به (السحاحة) حتى يختفي اللون المميز للـ I_2 نهائيا ، وهي نقطة التكافؤ حيث تكون المتفاعلات بنسب شروط ستوكيومترية .

- لكن مخبريا هذه الطريقة **لا تُستعمل** لأنها تستهلك الكثير من الوقت و أحجام كبيرة من المحاليل (تبذير) ، لذلك جاءت فكرة تقسيم مُحتوى الانابيب والتي نُلخصها فيما يلي : نقوم عند اللحظة $t = 0$ بمزج $V_1 + V_2$ ثم نُقسم المزيج إلى 05 انابيب (أو أكثر حسب التجربة) :



✓ بعد التقسيم نتحصل على 05 أنابيب . كل أنبوب يحتوي على $V_0 = 20 \text{ ml}$

✗ نأخذ في كل مرة أنبوب حجمه V_0 ونقوم بمعايرته بواسطة محلول يتفاعل تفاعل أكسدة - إرجاع مع ثنائي اليود ، المحلول المناسب هنا هو ثيوكبريتات الصوديوم $S_2O_3^{2-}$.
- حيث يحدث التفاعل السريع :

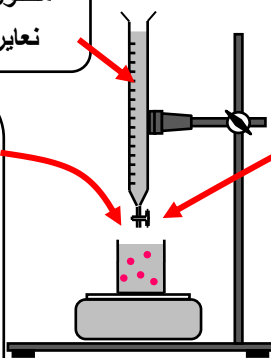


✗ وهذا بإستعمال **المعايرة اللونية** حيث كل قطرة تسقط من السحاحة تصل إلى حالتها النهائية بمجرد وصولها للبيشر (سريع) .

محلول الـ $S_2O_3^{2-}$ الذي نعاير به تركيزه معلوم C_0

⑤ نضع قطرات من كاشف مناسب (صمغ النشاء) ليتحول لون الـ I_2 إلى الأزرق الداكن وهو أوضح في المعايرة من اللون البني أو الأسمر

⑤ نضيف القليل من الماء البارد + قطع جليد لتوقيف التفاعل عند تلك اللحظة .



✗ وعند نقطة التكافؤ تكون المتفاعلات بنسب شروط

$$\frac{n'(I_2)}{1} = \frac{n(S_2O_3^{2-})}{2}$$

$$\text{أي : } n'(I_2) = \frac{C_0 \times V_E}{2}$$

كمية مادة الـ I_2 في أنبوب واحد (لأننا عايرنا أنبوب واحد فقط)

- نلاحظ ان الأنبوب رقم 05 إستعملناه بعد مرور 20 دقيقة و إنطلاقا من معرفة كمية المادة الموجودة فيه , يُمكننا إستنتاج كمية المادة المتواجدة في المزيج عند هذه اللحظة .

◀ عند التكافؤ , تكون المتفاعلات بنسب شروط ستوكيومترية (إنطلاقا من تفاعل المعايرة) معناه :

$$\frac{n(S_2O_3^{2-})}{2} = \frac{n'(I_2)}{1} \quad \leftarrow \quad \frac{c_0 \times V_E}{2} = \frac{n'(I_2)}{1} \quad \leftarrow \quad n'(I_2) = \frac{c_0 \times V_E}{2}$$

حيث : $n'(I_2)$: هي كمية المادة لثنائي اليود الموجودة في أنبوب واحد .

education-onec-dz.blogspot.com

◀ كتابة العلاقة بدلالة $n(I_2)_t$ (كمية مادة الـ I_2 في المزيج ككل) , نضرب الطرفين في عدد الأنابيب (5 أنبوب) :

$$n(I_2)_t = 2,5 \times c_0 \times V_E \quad \leftarrow \quad n(I_2)_t = n'(I_2)_t \times 5 \quad \text{وبما أن} \quad 5 \times n'(I_2) = 5 \times \frac{c_0 \times V_E}{2}$$

$n(I_2)_t$

كمية المادة الموجودة في أنبوب واحد V_0 عند كل لحظة .

كمية المادة الموجودة في المزيج الكلي قبل التقسيم V_T عند كل لحظة .

$$\left\{ \begin{array}{l} n'(I_2)_t = [I_2]_t \times V_0 \\ n(I_2)_t = [I_2]_t \times V_T \end{array} \right\} \text{حيث أن :}$$

- حيث أن التركيز $[I_2]_t$ الموجود في الأنبوب نفسه الموجود في المزيج عند لحظة زمنية t , حيث $V_0 = 20 \text{ ml}$ و $V_T = 100 \text{ ml}$

$$\rightarrow n'(I_2) = \frac{c_0 \times V_E}{2} \Rightarrow [I_2]_t \times V_0 = \frac{c_0 \times V_E}{2} \Rightarrow [I_2]_t = \frac{c_0 \times V_E}{2V_0} \Rightarrow [I_2]_t = \frac{c_0 \times V_E}{40}$$

$$\rightarrow n(I_2)_t = 2,5 \times c_0 \times V_E \Rightarrow [I_2]_t \times V_T = 2,5 \times c_0 \times V_E \Rightarrow [I_2]_t = \frac{2,5 \times c_0 \times V_E}{100} = \frac{c_0 \times V_E}{40}$$

$$[I_2]_t = \frac{c_0 \times V_E}{40} \text{ إذن علاقة ثنائي اليود هي نفسها :}$$

◀ بعد كل معايرة نسجل الحجم المضاف عند التكافؤ V_E ثم ندون النتائج في الجدول التالي بإستغلال العلاقة $n(I_2)_t = x_t$ والعلاقة

حيث أن c_0 معلوم و V_E نسجلها بعد كل عملية معايرة ونُكمل الجدول . $n(I_2)_t = 2,5 \times c_0 \times V_E$

t (min)	5	10	15	20
V_E (ml)				
$n(I_2)_t$ (mmol)				
$x(t)$ (mmol)				

◀ يُمكننا إكمال الجدول أعلاه إنطلاقا من التعويض فقط في العلاقة أعلاه ومنه نستطيع رسم المنحنى $n(I_2)_t = f(t)$ أو

$$x = f(t) \text{ (وبرسم أحد المنحنيين نتمكن من متابعة هذا التحول الكيميائي)}$$

ملخص البروتوكول التجريبي :

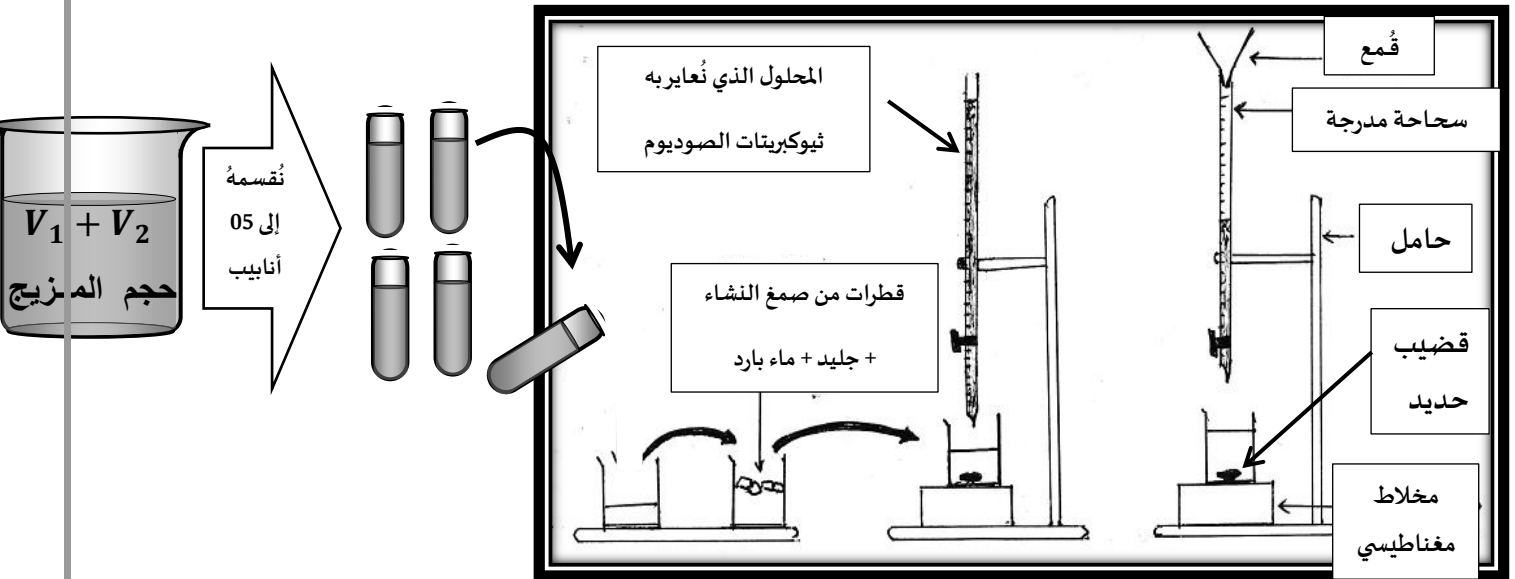
الهدف : التمكن من المتابعة الزمنية لتحول كيميائي

الأدوات والمواد المستعملة : بيشر , سحاحة مُدرجة , ماصة عيارية , أنابيب إختبار , مخلاط مغناطيسي وقطعة مغناطيسية , حامل , محلول نريد معايرته , محلول نعاير به , صمغ النشاء (أو التيودان) , ماء بارد وجليد , مؤقت (كرونومتر)

الخطوات

- نأخذ في كل مرة عينة من المزيج التفاعلي حجمها V_0
- نسكبها في كأس بيشر به جليد وماء بارد وبعض قطرات من صمغ النشاء
- ثم نُعاير محتوى البيشر بمحلول مناسب معلوم التركيز حتى الوصول الى نقطة التكافؤ
- نكرر العملية في أزمنة مختلفة ونسجل في كل مرة V_E الواجب للتكافؤ (نستعمل مؤقت)

ملخص الرسم التجريبي للمتابعة عن طريق المعايرة اللونية :



في كل لحظة زمنية نأخذ أنبوب إختبار حجمه V_0 ونقوم بتفريغه في البيشر لمعايرة ثنائي اليود الموجود فيه الذي يتشكل باستمرار