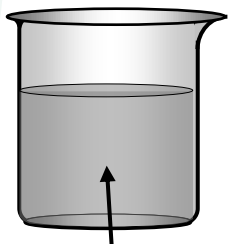
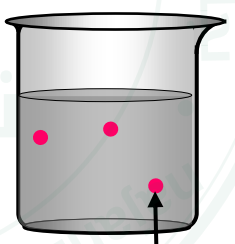
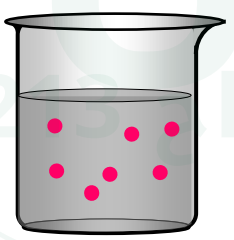
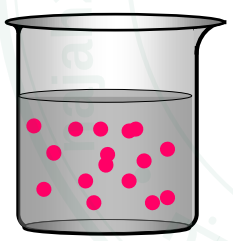
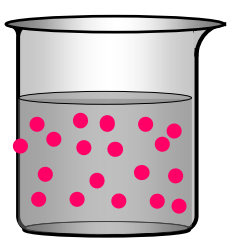
najah213.com · نجاح 213

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

معادلة التفاعل		$S_2O_{8(aq)}^{2-} + 2\,I_{(aq)}^{-} = I_{2(aq)} + 2SO_{4\,(aq)}^{2-}$			
الحالة	التقدم	كميـــة المـــــادة بالمـــــــول			
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 المُميز لـI_2 (بني 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 يكننا 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 $V_1 + V_2$	◄ نقوم بمزج V_2 و V_1 مرة أخرى .	◄ نكرر العملية	◄ نكرر العملية	◄ نكرر العملية
				

لا وجود للـI_2 لأن التفاعل لم يبدأ والنواتج معدومة

بداية تشكل الـI_2 مع تقدم التفاعل ويستمر في الظهور والتشكل حتى يتوقف التفاعل $x_t = x_f$ عندها يتوقف التفاعل ومنه تتوقف زيادة كمية مادة الـI_2 أي وصلنا إلى $n(I_2)_f$

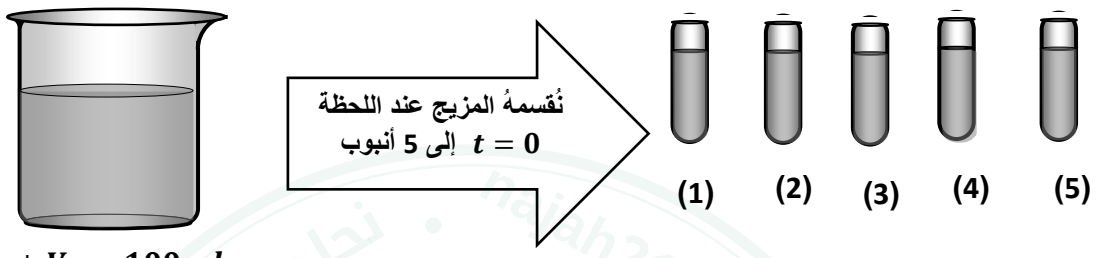
ترميز للـI_2 وتزايد كمية مادتها بتطور التفاعل .

- نذكر بأن كمية المادة (عدد المولات) ماهي إلا عدد لأفراد الكيميائية نكتب $n(I_2) = 2\ mol$ أي أن عدد أفراد الـI_2 هي : فرد $N(I_2) = 2 \times 6{,}023 \times 10^{23}$

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

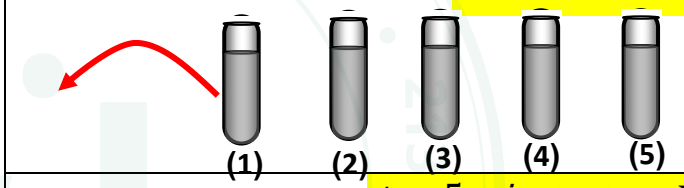
- ولتحديد كمية مادة الـI_2 في المزيج , في كُل مرة نقوم بعملية المُعايرة للمزيج بمحلول مناسب يتفاعل تفاعل أكسدة – إرجاع مع الـI_2 ونتوقف عن إضافة المحلول الذي نُعاير به (السحاحة) حتى يختفي اللون المُميز للـI_2 نهائيا , وهي نقطة التكافؤ حيث تكون المتفاعلات بنسب شروط ستوكيومترية .

- 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) :

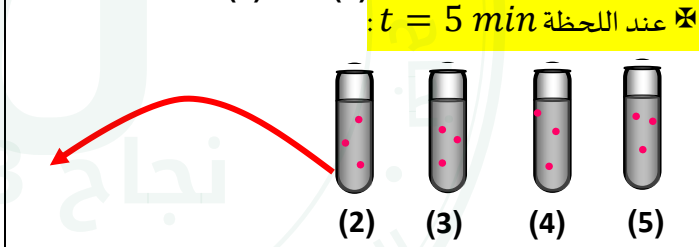


☑ بعد التقسيم نتحصل على 05 أنابيب . كُل أنبوب يحتوي على $V_0 = 20\ ml$

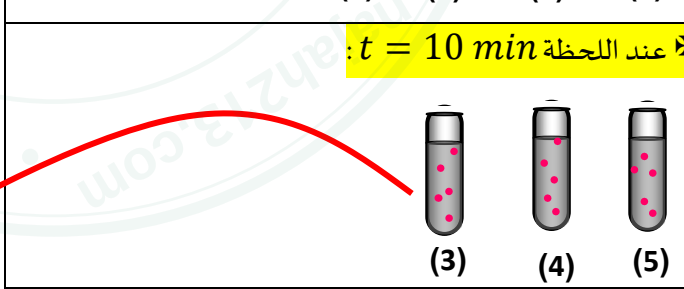
✠ عند اللحظة $t = 0$:



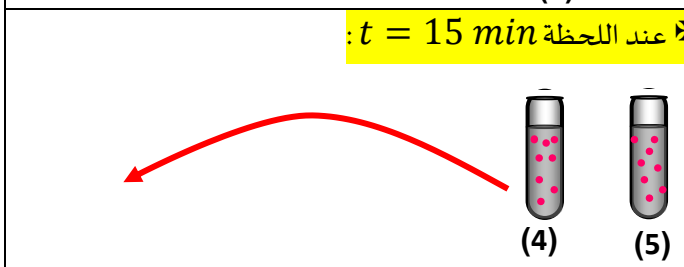
✠ عند اللحظة $t = 5\ min$:



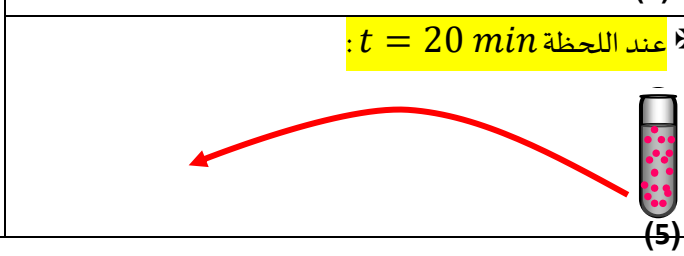
✠ عند اللحظة $t = 10\ min$:



✠ عند اللحظة $t = 15\ min$:



✠ عند اللحظة $t = 20\ min$:

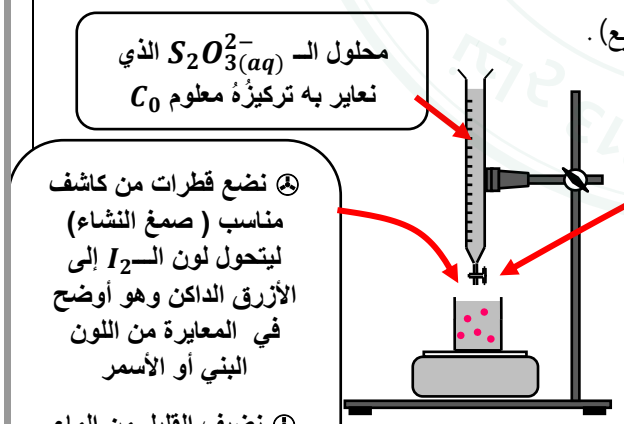


✠ نأخذ في كل مرة أنبوب حجمهُ V_0 ونقوم بمعايرته بواسطة محلول يتفاعل تفاعل أكسدة – إرجاع مع ثنائي اليود , المحلول المناسب هنا هو ثيوكبريتات الصوديوم $S_2O_3^{2-}$.

- حيث يحدث التفاعل السريع :

$$2\ S_2O_{3(aq)}^{2-} + I_{2(aq)} = S_4O_6^{2-} + 2I_{(aq)}^{-}$$

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



✠ وعند نقطة التكافؤ تكون المتفاعلات بنسب شروط ستوكيومترية أي : $\frac{n'(I_2)}{1} = \frac{n(S_2O_3^{2-})}{2}$

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

كمية مادة الـI_2 في أنبوب واحد (لأننا عايرنا أنبوب واحد فقط)

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

- 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 المُعايرة) معناه :

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

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) :

$$5 \times n'(I_2) = 5 \times \frac{c_0 \times V_E}{2}$$

وبما أن $n\,(I_2)_t = n'(I_2)_t \times 5$ $\Leftarrow$ $n\,(I_2)_t = 2,5 \times c_0 \times V_E$

$n\,(I_2)_t$

✠ حيث أن :

$$\begin{cases} n'\,(I_2)_t = [I_2]_t \times V_0 \\ n\,(I_2)_t = [I_2]_t \times V_T \end{cases}$$

$n'\,(I_2)_t$: كمية المادة الموجودة في أنبوب واحد V_0 عند كل لحظة .

$n\,(I_2)_t$: كمية المادة الموجودة في المزيج الكُلي قبل التقسيم V_T عند كُل لحظة .

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

$$\begin{cases} \Rightarrow n'(I_2) = \frac{c_0 \times V_E}{2} \Rightarrow [I_2]_t \times V_0 = \frac{c_0 \times V_E}{2} \Rightarrow [I_2]_t = \frac{c_0 \times V_E}{2V_0} \Rightarrow [I_2]_t = \frac{c_0 \times V_E}{40} \\ \Rightarrow n\,(I_2)_t = 2,5 \times c_0 \times V_E \Rightarrow [I_2]_t \times V_T = 2,5 \times c_0 \times V_E \Rightarrow [I_2]_t = \frac{2,5 \times c_0 \times V_E}{100} = \frac{c_0 \times V_E}{40} \end{cases}$$

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

◄ **بعد كُل معايرة** نسجل الحجم المضاف عند التكافؤ V_E ثم ندون النتائج في الجدول التالي بإستغلال العلاقة $n\,(I_2)_t = x_t$ والعلاقة $n\,(I_2)_t = 2,5 \times c_0 \times V_E$ حيث أن c_0 معلوم و V_E نسجلها بعد كل عملية معايرة ونُكمل الجدول .

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

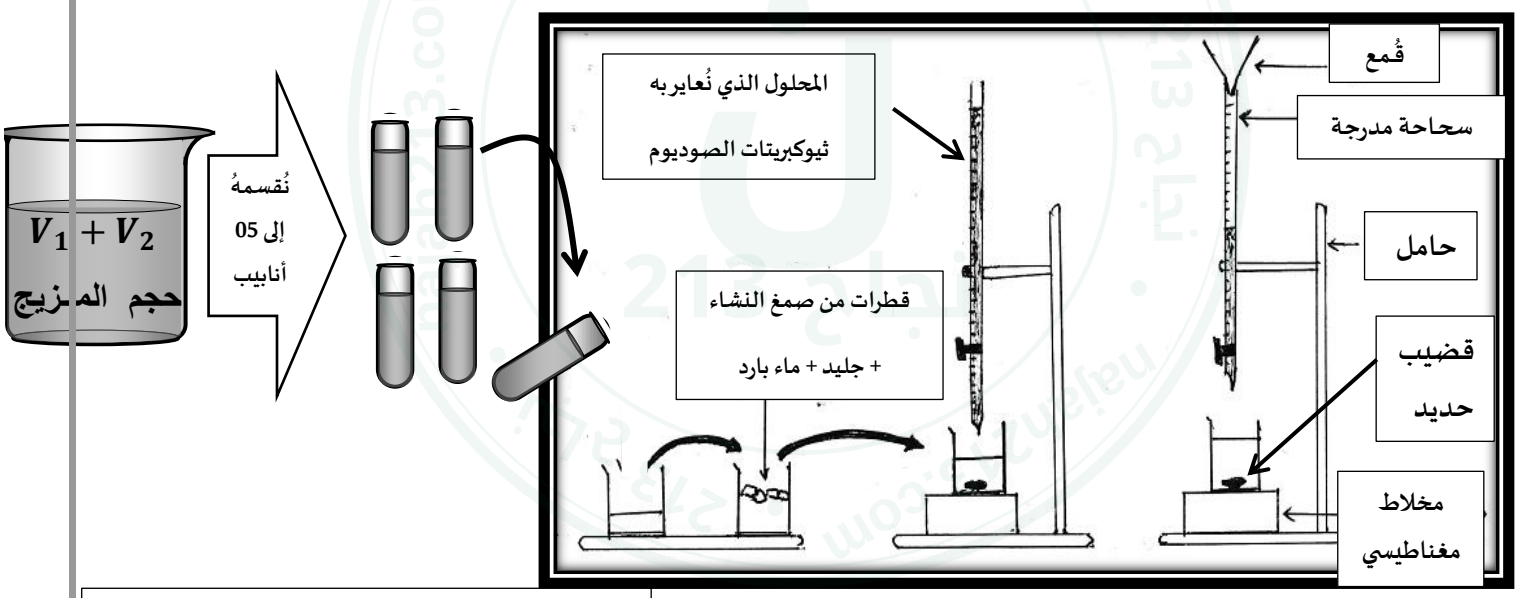
◄ يُمكننا إكمال الجدول أعلاه إنطلاقا من التعويض فقط في العلاقة أعلاه ومنهُ نستطيع رسم المنحنى $n\,(I_2)_t = f(t)$ أو $x = f(t)$ (وبرسم أحد المنحنين نتمكن من متابعة هذا التحول الكيميائي)

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213

✍ مُلخص 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)
◄ **الخُطوات** • نأخذ في كُل 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)

✍ مُلخص الرسم التجريبي للمتابعة عن طريق المعايرة اللونية :



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

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com