

BAC 2020

الموضوع رقم 13

BAC 2020

التمرين رقم: 01

لدراسة حركية التحول الكيميائي البطيء والتام بين معدن النحاس Cu ومحلول نترات الفضة ($Ag^+ + NO_3^-$) الذي ينمذج بمعادلة التفاعل التالية: $aAg^+ + bCu = cAg + dCu^{2+}$ حيث: a و b و c و d معاملات ستوكيومترية، نغمر في اللحظة $t = 0$ صفيحة من معدن النحاس النقي كتلتها m_0 في حوالة عيارية تحتوي على محلول (S_0) لنترات الفضة حجمه $V_0 = 200mL$ وتركيزه المولي C_0 .

بناء على النتائج التجريبية تمكنا من تمثيل المنحنى البياني ($m_{Cu} = f(t)$) لتغيرات كتلة معدن النحاس المتبقي خلال الزمن، كما هو موضح في الشكل-1.

1- كيف يظهر عمليا تطور الجملة الكيميائية؟

2- جد قيمة المعاملات الستوكيومترية a و b و c و d ، مع تحديد الشائيتين (Ox / Red) الداخلتين في التفاعل.

3- أ- أنشئ جدولاً لتقدم هذا التفاعل.

ب- حدد المتفاعل المحد وقيمة التقدم الأعظمي x_{max} .

ج- احسب قيمة التركيز المولي C_0 .

د- احسب الكتلة m'_0 لمعدن النحاس النقي Cu الواجب استعمالها للحصول على مزيج ابتدائي ستوكيومتري.

4- عند نهاية التفاعل جد قيمة كل من:

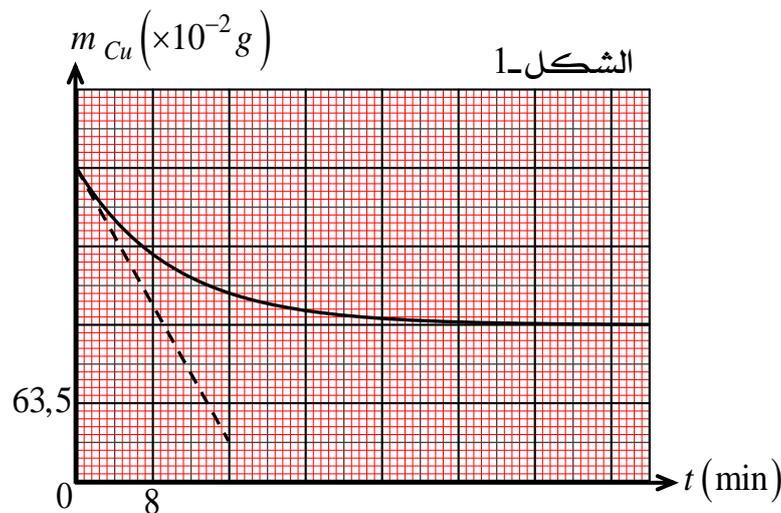
أ- كتلة معدن الفضة Ag .

ب- التركيز المولي لشوارد النحاس (Cu^{2+}).

5- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ، ثم عين قيمته بيانيا مع التعليل.

6- بين أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل تكتب على الشكل: $v_{vol}(t) = -\frac{1}{V_0 M(Cu)} \times \frac{dm_{Cu}(t)}{dt}$ ، ثم

جد قيمتها عند اللحظتين $t_1 = 0$ و $t_2 = 56 \text{ min}$ ، ماذا تلاحظ؟



تعطى قيم الكتلة المولية الذرية التالية:

$$M(Ag) = 108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M(Cu) = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

نمزج عند درجة حرارة ثابتة في اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 100\text{mL}$ من محلول ليود البوتاسيوم $(K^+ + I^-)$ تركيزه المولي C_1 مع حجم $V_2 = 50\text{mL}$ من الماء الأكسجيني (H_2O_2) تركيزه المولي $C_2 = 0,2\text{mol} \cdot L^{-1}$.

1- أكتب معادلة التفاعل (1) علما أن الشائيتين (Ox/Red) المشاركتين هما: (H_2O_2/H_2O) و (I_2/I^-) .

2- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

3- لتتبع التطور الحركي للتفاعل نأخذ منه عينة في لحظات مختلفة حجمها $V_0 = 15\text{mL}$ ونسكبها في بيشر يحتوي على ماء بارد و نشاء فيتلون المزيج باللون الأزرق ثم نعاير ثنائي اليود (I_2) المتشكل بواسطة محلول مائي لثيو كبريتات الصوديوم $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})$ ذي التركيز المولي $C_3 = 0,1\text{mol} \cdot L^{-1}$ و نسجل الحجم V_E اللازم لاختفاء اللون الأزرق.

أ. لماذا تبرد العينات مباشرة بعد فصلها عن المزيج و ما هي العوامل الحركية التي تبرز خلال هذه العملية.

ب- معادلة تفاعل المعايرة هي: $2S_2O_3^{2-} + I_2 = 2I^- + S_4O_6^{2-}$ ، أنشئ جدولا لتقدم تفاعل المعايرة.

ج- بين أن تقدم التفاعل (1) يعطى بالعلاقة التالية: $x(t) = 5C_3V_E$.

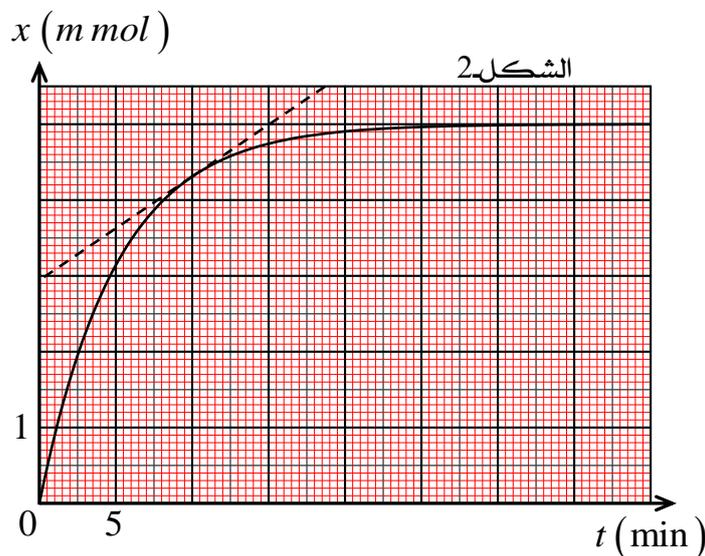
4- بالاعتماد على النتائج التجريبية تمكنا من رسم المنحنى البياني $x = f(t)$ الموضح في الشكل 2، بالاعتماد على البيان جد:

أ- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

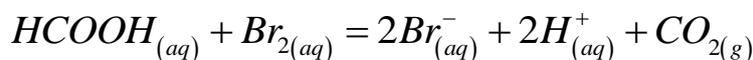
ب- سرعة اختفاء شوارد اليود (I^-) في اللحظة $t = 10\text{min}$.

ج- حجم محلول ثيو كبريتات الصوديوم السابق اللازم لبلوغ التكافؤ من أجل عينة مأخوذة من الوسط التفاعلي عند اللحظة $t = 5\text{min}$.

5- باعتبار التفاعل تام عين المتفاعل المحد، ثم استنتج التركيز المولي C_1 لمحلول يود البوتاسيوم $(K^+ + I^-)$.



محلول حمض النمل لا لون له، يتفاعل مع ثنائي البروم وفق المعادلة التالية:



لون ثنائي البروم Br_2 أحمر مسمر، بينما لون حمض البروم $(H^+ + Br^-)$ شفاف. نمزج في اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 50\text{mL}$ من محلول Br_2 تركيزه المولي $C_1 = 2,4 \times 10^{-2}\text{mol} \cdot L^{-1}$ مع حجم $V_2 = 50\text{mL}$ من محلول حمض النمل تركيزه المولي $C_2 = 3 \times 10^{-2}\text{mol} \cdot L^{-1}$.

1- أحسب تراكيز المتفاعلات في المزيج عند اللحظة $t = 0$.

2- أنجز جدول تقدم التفاعل.

3- بين أن تركيز ثنائي البروم في المزيج يحسب بالعلاقة التالية: $[Br_2](t) = 0,012 - 0,416 \times V_{CO_2}(t)$ حيث $[Br_2]_t$ تركيز ثنائي البروم عند لحظة t ، و V_{CO_2} يمثل حجم غاز الـ CO_2 المتشكل عند نفس اللحظة و مقدرًا بـ (L).

4- نقيس حجم غاز الـ CO_2 المتشكل في لحظات مختلفة t فنحصل على النتائج التالية:

$t(s)$	0	50	100	150	200	250	300	350	400
$V_{CO_2}(mL)$	0	4,56	8,5	11,76	14,5	16,80	18,72	20,40	21,7
$[Br_2](mmol.L^{-1})$									

أ. أكمل الجدول السابق.

ب. ارسم على ورق ميليمتري المنحنى البياني $[Br_2] = f(t)$. سلم الرسم $\begin{cases} 1cm \rightarrow 50s \\ 1cm \rightarrow 10^{-3} mol.L^{-1} \end{cases}$.

ج. احسب سرعة اختفاء Br_2 عند اللحظة $t = 50s$ ، واستنتج سرعة تشكل Br^- في نفس اللحظة.

د. احسب حجم غاز الـ CO_2 المتشكل عند لحظة اختفاء لون محلول ثنائي البروم.

هـ. جـ. بين أنه عند اللحظة $t = t_{1/2}$: $[Br_2](t_{1/2}) = \frac{[Br_2]_0}{2}$ ، ثم استنتج قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

يعطى: الحجم المولي للغازات $V_M = 24L.mol^{-1}$.

للمزيد من المواضيع زر صفحتنا على
الفايس بوك
اسم الصفحة: فيزياء تاشتا



التمرين رقم: 01

- 1 - يظهر عمليا تطور الجملة الكيميائية: بالاختفاء التدريجي للون الأحمر المميز لمعدن النحاس Cu وتوضع مادة رمادية مميزة لمعدن الفضة Ag .
- 2 - قيمة المعاملات الستوكيومترية a و b و c و d ، مع تحديد الثنائيتين (Ox / Red) الداخلتين في التفاعل: المعادلة النصفية للأكسدة: $Cu = Cu^{2+} + 2e^{-}$ الثنائية (Ox / Red) الموافقة: (Cu^{2+} / Cu) .
- المعادلة النصفية للارجاع: $2(Ag^{+} + 1e^{-} = Ag)$ الثنائية (Ox / Red) الموافقة: (Ag^{+} / Ag) .
- 3 - أ - جدول لتقدم هذا التفاعل: معادلة إرجاع: $2Ag^{+} + Cu = 2Ag + Cu^{2+}$ إذن: $a = 2$ و $b = 1$ و $c = 2$ و $d = 1$.

معادلة التفاعل		$2Ag^{+} + Cu = 2Ag + Cu^{2+}$			
الحالة	التقدم	كمية المادة بـ mol			
الابتدائية	$x = 0$	n_{01}	n_{02}	0	0
الانتقالية	$x(t)$	$n_{01} - 2x(t)$	$n_{02} - x(t)$	$2x(t)$	$x(t)$
النهائية	x_{max}	$n_{01} - 2x_{max}$	$n_{02} - x_{max}$	$2x_{max}$	x_{max}

فيزياء
تاشة

- ب - المتفاعل المحد: من البيان $m_{Cu} = f(t)$ وعند نهاية التفاعل نقراً: $m_f(Cu) = 127 \times 10^{-2} g \neq 0$ وبما أن التحول الكيميائي تام فإن شوارد الفضة (Ag^{+}) هي المتفاعل المحد.
- قيمة التقدم الأعظمي x_{max} : لدينا من جدول تقدم التفاعل عند الحالة النهائية: $n_f(Cu) = n_{02} - x_{max}$ ومنه: $x_{max} = n_{02} - n_f(Cu)$ ونعلم أن: $n = \frac{m}{M(Cu)}$ إذن: $x_{max} = \frac{m_0 - m_f(Cu)}{M(Cu)}$
- ومن البيان $m_{Cu} = f(t)$ عند اللحظة $t = 0$ نقراً: $m_0 = 4 \times 63,5 \times 10^{-2} = 254 \times 10^{-2} g$ إذن: $x_{max} = \frac{(254 - 127) \times 10^{-2}}{63,5} = 2 \times 10^{-2} mol$
- ج - حساب قيمة التركيز المولي C_0 :
نعلم أن شوارد الفضة (Ag^{+}) هي المتفاعل المحد أي: $n_{01} - 2x_{max} = 0$ ومنه: $C_0 V_0 = 2x_{max}$ إذن: $C_0 = \frac{2x_{max}}{V_0}$ ت - ع: $C_0 = \frac{2 \times 2 \times 10^{-2}}{200 \times 10^{-3}} = 0,2 mol.L^{-1}$
- د - حساب الكتلة m'_0 لمعدن النحاس Cu الواجب استعمالها للحصول على مزيج ابتدائي ستوكيومتري: للحصول على مزيج ستوكيومتري يجب أن يتحقق: $n_{02} - x_{max} = 0$ ومنه: $\frac{m'_0}{M(Cu)} = x_{max}$ إذن: $m'_0 = x_{max} \cdot M(Cu)$ ت - ع: $m'_0 = 2 \times 10^{-2} \times 63,5 = 1,27 g$
- 4 - عند نهاية التفاعل نجد قيمة كل من:
أ - كتلة معدن الفضة Ag :
لدينا من جدول تقدم التفاعل عند الحالة النهائية: $n_f(Ag) = 2x_{max}$

$$\frac{m_f (Ag)}{M (Ag)} = 2x_{\max} \text{ أي: } n_f (Ag) = \frac{m_f (Ag)}{M (Ag)}$$

$$\text{إذن: } m_f (Ag) = 2x_{\max} \cdot M (Ag) = 2 \times 2 \times 10^{-2} \times 108 = 4,32g \text{ ت-ع: } m_f (Ag) = 2x_{\max} \cdot M (Ag) \\ \text{ب- التركيز المولي لشوارد النحاس } (Cu^{2+}):$$

$$n_f (Cu^{2+}) = [Cu^{2+}]_f V_0 \text{ ونعلم أن: } n_f (Cu^{2+}) = x_{\max}$$

$$[Cu^{2+}]_f = \frac{2 \times 10^{-2}}{200 \times 10^{-3}} = 0,1 mol \cdot L^{-1} \text{ ت-ع: } [Cu^{2+}]_f = \frac{x_{\max}}{V_0} \text{ إذن: } [Cu^{2+}]_f V_0 = x_{\max}$$

5- تعريف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2} \text{ ونكتب: } x_{\max}$$

- تعيين قيمة $t_{1/2}$ بيانيا مع التعليل:

$$n_{Cu}(t) = n_{O_2} - x(t) \text{ لدينا من جدول تقدم التفاعل عند الحالة الانتقالية:}$$

$$\text{لما } t = t_{1/2} \text{ نجد: } n_{Cu}(t_{1/2}) = n_{O_2} - x(t_{1/2}) \text{ ولدينا: } x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2} \text{ ومنه: } n_{Cu}(t_{1/2}) = n_{O_2} - \frac{x_{\max}}{2}$$

$$\text{ولما } t = t_f \text{ (في الحالة النهائية) نجد: } n_f(Cu) = n_{O_2} - x_{\max} \text{ ومنه: } x_{\max} = n_{O_2} - n_f(Cu)$$

$$\text{أي: } n_{Cu}(t_{1/2}) = n_{O_2} - \frac{(n_{O_2} - n_f(Cu))}{2} \text{ وعليه: } n_{Cu}(t_{1/2}) = \frac{n_{O_2} + n_f(Cu)}{2} \text{ ونعلم أن: } n = \frac{m}{M(Cu)}$$

$$\text{إذن: } \frac{m_{Cu}(t_{1/2})}{M(Cu)} = \frac{m_0 + m_f(Cu)}{2M(Cu)} \text{ وبالتالي: } m_{Cu}(t_{1/2}) = \frac{m_0 + m_f(Cu)}{2}$$

$$\text{ت-ع: } m_{Cu}(t_{1/2}) = \frac{(254 + 127) \times 10^{-2}}{2} = 190,5 \times 10^{-2} g$$

بيانيا $t_{1/2}$ يمثل فاصلة النقطة ذات الترتيبية $m_{Cu}(t_{1/2}) = 190,5 \times 10^{-2} g$ وبالإسقاط نجد: $t_{1/2} = 6,8 \text{ min}$

$$5- \text{ نبين أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل تكتب على الشكل } v_{vol}(t) = -\frac{1}{V_0 M(Cu)} \times \frac{dm_{Cu}(t)}{dt}$$

$$\text{نعلم أن: } v_{vol}(t) = \frac{1}{V_0} \times \frac{dx(t)}{dt}$$

ولدينا من جدول تقدم التفاعل عند الحالة الانتقالية: $n_{Cu}(t) = n_{O_2} - x(t)$ ومنه: $x(t) = n_{O_2} - n_{Cu}(t)$

$$\text{وبالتعويض في عبارة } v_{vol}(t) \text{ وبعد الاشتقاق نجد: } v_{vol}(t) = -\frac{1}{V_0} \times \frac{dn_{Cu}(t)}{dt}$$

$$\text{ونعلم أن: } n_{Cu}(t) = \frac{m_{Cu}(t)}{M(Cu)} \text{ إذن: } v_{vol}(t) = -\frac{1}{V_0 M(Cu)} \times \frac{dm_{Cu}(t)}{dt}$$

قيمة $v_{vol}(t)$:

عند اللحظة $t_1 = 0$:

$$v_{vol}(t_1) = -\frac{1}{200 \times 10^{-3} \times 63,5} \times \frac{(31,75 - 254) \times 10^{-2}}{16 - 0} = 1,1 \times 10^{-2} mol \cdot L^{-1} \cdot min^{-1}$$



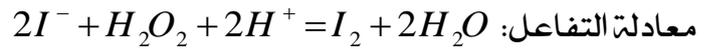
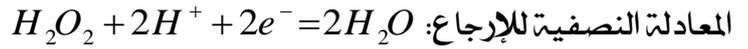
عند اللحظة $t_2 = 56 \text{ min}$:

$$v_{vol}(t_2) = -\frac{1}{200 \times 10^{-3} \times 63,5} \times \frac{(127 - 127) \times 10^{-2}}{60 - 52} = 0$$

نلاحظ أن: قيمة السرعة الحجمية للتفاعل تكون أعظمية في بداية التفاعل وتعدم في نهايته.

التمرين رقم: 02

1- معادلة التفاعل (1) علما أن الشائيتين (Ox/Red) المشاركتين هما: (H_2O_2/H_2O) و (I_2/I^-) .



2- جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$2I^- + H_2O_2 + 2H^+ = I_2 + 2H_2O$				
الحالة	التقدم	كمية المادة بـ mol				
الابتدائية	$x = 0$	n_{01}	n_{02}	بوفرة	0	بوفرة
الانتقالية	$x(t)$	$n_{01} - 2x(t)$	$n_{02} - x(t)$	بوفرة	$x(t)$	بوفرة
النهائية	x_{max}	$n_{01} - 2x_{max}$	$n_{02} - x_{max}$	بوفرة	x_{max}	بوفرة

فيزياء
تاشطة

3- أ. تبرد العينات لتوقيف التفاعل، و العوامل الحركية التي تبرزها هذه العملية هي درجة الحرارة و تركيز المتفاعلات.

ب. جدول تقدم تفاعل المعايرة.

معادلة التفاعل		$2S_2O_3^{2-} + I_2 = 2I^- + S_4O_6^{2-}$			
الحالة	التقدم	كمية المادة بـ mol			
الابتدائية	$x = 0$	C_3V_E	$n'(I_2)$	0	0
التكافؤ	x_E	$C_3V_E - 2x_E$	$n'(I_2) - x_E$	$2x_E$	x_E

فيزياء
تاشطة

ج- تبيان أن تقدم التفاعل (1) يعطى بالعلاقة التالية: $x(t) = 5C_3V_E$.

عند التكافؤ يكون المزيج ستكيومتري أي: $\frac{n'(I_2)}{1} = \frac{C_3V_E}{2}$ ، حيث $n'(I_2)$: كمية مادة (I_2) في العينة المعايرة ذات الحجم $15mL$.

من جدول تقدم التفاعل (1) نجد: $n(I_2) = x(t)$ ، حيث $n(I_2)$: كمية مادة (I_2) في الوسط التفاعلي ذو الحجم $150mL$.

$$\text{إذن: } n(I_2) = 10n'(I_2) \text{ ومنه: } x(t) = 10n'(I_2) = 10 \frac{C_3V_E}{2} \text{ إذن: } x(t) = 5C_3V_E$$

4- أ. زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2} \text{ من بيان الشكل 2: } x_{max} = 5m \text{ mol} \text{ إذن: } x(t_{1/2}) = \frac{5}{2} = 2,5m \text{ mol} \text{ بالقراءة البيانية}$$

نجد: $t_{1/2} = 3,5 \text{ min}$.

بد سرعة اختفاء شوارد اليود (I^-) في اللحظة $t = 10 \text{ min}$.

$$v_{I^-}(t) = -\frac{dn_{I^-}(t)}{dt} \text{ من جدول تقدم التفاعل (1) لدينا: } n_{I^-}(t) = n_{01} - 2x(t) \text{ بالاشتقاق بالنسبة للزمن}$$

$$\text{نجد: } \frac{dn_{I^-}(t)}{dt} = -2\frac{dx(t)}{dt} \text{ ومنه: } v_{I^-}(t) = -\left(-2\frac{dx(t)}{dt}\right) = 2\frac{dx(t)}{dt}$$

حساب قيمتها عند اللحظة $t = 10 \text{ min}$:

$$v_{I^-}(10 \text{ min}) = 2\frac{dx(t)}{dt}\bigg|_{t=10 \text{ min}} = 2 \times \frac{(5-4,3) \times 10^{-3}}{15-10} = 1,4 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

جـ. حجم محلول ثيو كبريتات الصوديوم السابق اللازم لبلوغ التكافؤ من أجل عينة مأخوذة من الوسط التفاعلي عند اللحظة $t = 5 \text{ min}$.

$$\text{لدينا: } x(t) = 5C_3V_E \text{ و منه: } V_E = \frac{x(t)}{5C_3} \text{ عند اللحظة } t = 5 \text{ min} \text{ يكون } x = 3,1 \text{ m mol}$$

$$\text{إذن: } V_E = \frac{3,1}{5 \times 0,1} = 6,2 \text{ mL}$$

5. تعيين المتفاعل المحد، ثم استنتاج التركيز المولي C_1 لمحلول يود البوتاسيوم ($K^+ + I^-$).

من جدول التقدم و في الحالة النهائية: $n_f(H_2O_2) = n_{02} - x_{\max} = C_2V_2 - x_{\max}$

$$\text{ومنه: } n_f(H_2O_2) \neq 0 \text{ إذن: } n_f(H_2O_2) = C_2V_2 - x_{\max} = 0,2 \times 50 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-3} = 5 \text{ m mol}$$

بما أن التفاعل تام فإن المتفاعل المحد شوارد اليود (I^-).

- قيمة التركيز المولي C_1 لمحلول يود البوتاسيوم ($K^+ + I^-$):

$$C_1 = \frac{2 \times 5 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}} = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ ت.ع. } C_1 = \frac{2x_{\max}}{V_1} \text{ ومنه: } C_1V_1 = 2x_{\max} \text{ ومنه: } n_{01} - 2x_{\max} = 0$$

التمرين رقم: 03

- تراكيز المتفاعلات في المزيج عند اللحظة $t = 0$:

$$[HCOOH]_0 = \frac{C_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} = 15 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ و } [Br_2]_0 = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} = 12 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

2- جدول تقدم التفاعل:

التقدم	$HCOOH_{(aq)} + Br_{2(aq)} = 2Br_{(aq)}^- + 2H_{(aq)}^+ + CO_{2(g)}$				
$x = 0$	n_{02}	n_{01}	0	0	0
$x(t)$	$n_{02} - x$	$n_{01} - x$	$2x$	$2x$	x
x_{\max}	$n_{02} - x_{\max}$	$n_{01} - x_{\max}$	$2x_{\max}$	$2x_{\max}$	x_{\max}

3- تبيان أن: $[Br_2]_t = 0,012 - 0,416 \times V_{CO_2}$

$$\text{من جدول التقدم لدينا: } \begin{cases} n(Br_2) = n_{01} - x(t) \\ n(CO_2) = x(t) \end{cases} \text{ ومنه: } n(Br_2) = n_{01} - n(CO_2)$$

$$\text{بالقسمة على حجم المزيج } V_T = V_1 + V_2 = 0,1 \text{ L} \text{ نجد: } [Br_2] = \frac{n_{01}}{V_T} - \frac{n(CO_2)}{V_T} \text{ وبما أن } n(CO_2) = \frac{V_{CO_2}}{V_m}$$

$$\text{فإن: } [Br_2] = \frac{n_{01}}{V_T} - \frac{n(CO_2)}{V_T} \text{ وعليه: } [Br_2] = \frac{n_{01}}{V_T} - \frac{V_{CO_2}}{V_T V_m} = 0,012 - 0,416 \cdot V_{CO_2}$$

$t (s)$	0	50	100	150	200	250	300	350	400
$V_{CO_2} (mL)$	0	4,56	8,5	11,76	14,5	16,80	18,72	20,40	21,7
$[Br_2] \cdot 10^{-3} (mol.L^{-1})$	12	10,10	8,46	7,10	5,96	5,01	4,21	3,51	2,97

بدرسم المنحنى البياني $[Br_2] = f(t)$.

جـ- حساب سرعة اختفاء Br_2 عند اللحظة $t = 50s$:

$$\frac{d Br_2}{dt} \Big|_{t=50s} \text{ يمثل معامل حيث } v_{Br_2} t = -\frac{dn Br_2}{dt} = -V_T \frac{d Br_2}{dt}$$

توجيه المماس للمنحنى $[Br_2] = f(t)$ عند اللحظة $t = 50s$

$$\frac{d Br_2}{dt} \Big|_{t=50s} = \frac{11,6 - 4,8 \times 10^{-3}}{0 - 200} = -3,4 \times 10^{-5} mol.L^{-1}.s^{-1} \text{ حيث:}$$

$$v_{Br_2} = -0,1 \times -3,4 \times 10^{-5} = 3,4 \times 10^{-6} mol.s^{-1} \text{ إذن:}$$

- استنتاج سرعة تشكل Br^- في نفس اللحظة:

$$\begin{cases} n(Br_2) = n_{01} - x(t) \\ n(Br^-) = 2x(t) \end{cases} \text{ من جدول التقدم لدينا:}$$

$$n(Br_2) = n_{01} - \frac{n(Br^-)}{2} \text{ ومنه:}$$

$$v(Br^-) = 2 \times v(Br_2) \text{ ومنه: } \frac{dn(Br^-)}{dt} = -2 \frac{dn(Br_2)}{dt} \text{ وبالاتقاف بالنسبة للزمن نجد:}$$

$$v(Br^-) = v_{Br_2} = 2 \times 3,4 \times 10^{-6} mol.s^{-1} = 6,8 \times 10^{-6} mol.s^{-1} \text{ إذن:}$$

د- حساب $V_f(CO_2)$:

اختفاء لون محلول ثنائي البروم يعني أنه هو المتفاعل المحد أي: $n_f(Br_2) = n_{01} - x_{max} = 0$ إذن: $n_f(Br_2) = n_{01} - x_{max}$

من جدول التقدم (في نهاية التفاعل): $n_f(CO_2) = x_{max}$ ومنه: $n_f(CO_2) = n_{01}(Br_2)$ ومنه: $n_f(CO_2) = \frac{V_f(CO_2)}{V_m}$

ومنه: $V_f(CO_2) = 28,8 mL$ إذن: $V_f(CO_2) = V_m C_1 V_1 = 24 \times 2,4 \times 10^{-2} \times 50 \times 10^{-3} = 0,0288 L$

$$\text{هـ- تبيان أن } [Br_2](t_{1/2}) = \frac{[Br_2]_0}{2}$$

$$n_{Br_2}(t_{1/2}) = n_{01} - x(t_{1/2}) = n_{01} - \frac{x_{max}}{2} = \frac{2n_{01} - x_{max}}{2} \text{ نجد: } t = t_{1/2} \text{ عند اللحظة}$$

$$n_{01} - x_{max} = 0 \text{ وبما أن ثنائي البروم } (Br_2) \text{ هو المتفاعل المحد فإن } n_{Br_2}(t_{1/2}) = \frac{n_{01} + (n_{01} - x_{max})}{2} \text{ ومنه:}$$

$$[Br_2](t_{1/2}) = \frac{[Br_2]_0}{2} \text{ وعليه: } n_{Br_2}(t_{1/2}) = \frac{n_{01}}{2} \text{ إذن: } [Br_2](t_{1/2}) V_T = \frac{[Br_2]_0 V_T}{2} \text{ وبالتالي نجد:}$$

استنتاج قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

$$t_{1/2} = 200s \text{ ومن البيان نقراً: } [Br_2](t_{1/2}) = \frac{[Br_2]_0}{2} = \frac{12 \times 10^{-3}}{2} = 6 mmol.L^{-1}$$