

التمرين:

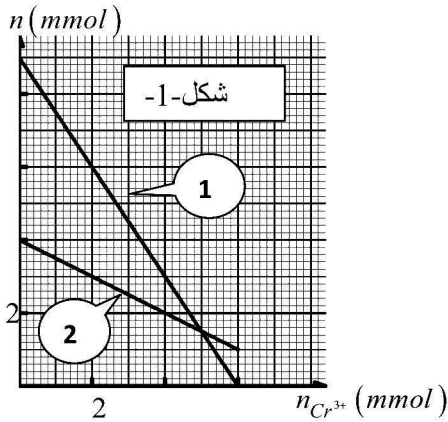
- دراسة تطور حركية التحول بين شوارد البيكرومات $Cr_2O_7^{2-}$ ومحلول حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$.
 نمزج عند اللحظة $(t = 0)$ حجما $V_1 = 40 mL$ من محلول بيكرومات البوتاسيوم $(2K^+, Cr_2O_7^{2-})$ تركيزه المولي C_1 مع
 حجم $V_2 = 60 mL$ من محلول حمض الأوكساليك تركيزه المولي C_2 . نمذج التحول الكيميائي الحادث بالمعادلة:

$$3H_2C_2O_{4(aq)} + Cr_2O_7^{2-(aq)} + 8H^+_{(aq)} = 2Cr^{3+}_{(aq)} + 6CO_{2(g)} + 7H_2O_{(l)}$$

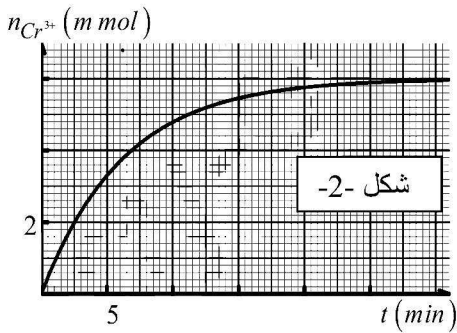
 1- أ- حدد الثنائيتان (ox / red) المشاركة في التفاعل.
 ب- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل.

- ج- بين أن كمية المادة $Cr_2O_7^{2-}$ و $H_2C_2O_4$ عند اللحظة t تعطى بالعلاقتين : $n_{Cr_2O_7^{2-}}(t) = C_1 V_1 - \frac{1}{2} n_{Cr^{3+}}(t)$ و

$$n_{H_2C_2O_4}(t) = C_2 V_2 - \frac{3}{2} n_{Cr^{3+}}(t)$$



- 2- المتابعة الزمنية للتفاعل مكنت من الحصول على المنحنيين (1) و (2) (الشكل-1-).
 أ- أرفق كل منحنى لكمية المادة الموافقة مع التعليل .
 ب- هل المزيج التفاعلي ستيكيومتري .
 ج- استنتج قيمتي التركيزين الموليين C_1 ، C_2 .
 د- أعط التركيب المولي للمزيج التفاعلي عند نهاية التفاعل .
 أ- يمثل (الشكل-2) المنحنى البياني لتطور كمية مادة Cr^{3+} بدلالة الزمن .
 ب- احسب سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 10 min$.
 ت- استنتج سرعة اختفاء حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$ عند نفس اللحظة .
 ج- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.



تصحيح الفرض الأول

1- أ- الثنائيات : $(Cr_2O_7^{2-} / Cr^{3+})$ و $(CO_2 / H_2C_2O_4)$ (2)

ب- جدول تقدم التفاعل : (1)

التفاعل	$3H_2C_2O_{4(aq)} + Cr_2O_7^{2-}(aq) + 8H^+(aq) = 2Cr^{3+}(aq) + 6CO_{2(g)} + 7H_2O_{(l)}$					
ح.إ	$n_2 = C_2V_2$	$n_1 = C_1V_1$	بزيادة	0	0	بزيادة
ح.و	$C_2V_2 - 3x(t)$	$C_1V_1 - x(t)$	بزيادة	$2x(t)$	$6x(t)$	بزيادة
ح.ن	$C_2V_2 - 3x_f$	$C_1V_1 - x_f$	بزيادة	$2x_f$	$6x_f$	بزيادة

ج- تبين أن كمية المادة $Cr_2O_7^{2-}$ و $H_2C_2O_4$ عند اللحظة t تعطى بالعلاقين : $n_{Cr_2O_7^{2-}}(t) = C_1V_1 - \frac{1}{2}n_{Cr^{3+}}(t)$

$$\text{و } n_{H_2C_2O_4}(t) = C_2V_2 - \frac{3}{2}n_{Cr^{3+}}(t)$$

من جدول التقدم :
 $n_{H_2C_2O_4}(t) = C_2V_2 - 3x(t)$ (1)
 $n_{Cr^{3+}}(t) = 2x(t) \Rightarrow x(t) = \frac{n_{Cr^{3+}}(t)}{2}$ (2) (0,5)

بتعويض (2) في (1) نجد : $\left[n_{H_2C_2O_4}(t) = C_2V_2 - \frac{3}{2}n_{Cr^{3+}}(t) \right]$ (1)

وبنفس الطريقة :
 $n_{Cr_2O_7^{2-}}(t) = C_1V_1 - x(t)$ (1)
 $n_{Cr^{3+}}(t) = 2x(t) \Rightarrow x(t) = \frac{n_{Cr^{3+}}(t)}{2}$ (2) (0,5)

بتعويض في (1) نجد : $\left[n_{Cr_2O_7^{2-}}(t) = C_1V_1 - \frac{1}{2}n_{Cr^{3+}}(t) \right]$ (1)

2- أ- من البيان وعند اللحظة t' نجد : $n_{Cr^{3+}}(t') = 5mmol \Rightarrow n_{Cr_2O_7^{2-}}(t') = n_{Cr_2O_7^{2-}}(t') = 1,5mmol$ (1)

$n_{H_2C_2O_4}(t') = n_2 - \frac{3}{2}n_{Cr^{3+}}(t') = 1,5mmol \Rightarrow n_2 = \frac{3}{2}n_{Cr^{3+}}(t') + n_{H_2C_2O_4}(t')$
 (1)
 $\Rightarrow n_2 = \frac{3 \times 5}{2} + 1,5 = 9mmol$ يوافق المنحنى (1)

$n_{Cr_2O_7^{2-}}(t') = n_1 - \frac{1}{2}n_{Cr^{3+}}(t') = 1,5mmol \Rightarrow n_1 = \frac{1}{2}n_{Cr^{3+}}(t') + n_{Cr_2O_7^{2-}}(t')$
 (1)
 $\Rightarrow n_1 = 1,5 + \frac{5}{2} = 4mmol$ يوافق المنحنى (2)

ب- المزيج الستكيومتري : $\frac{n_1}{1} = \frac{n_2}{3} \Leftrightarrow \frac{4}{1} \neq \frac{9}{3} \Leftrightarrow$ المزيج ليس ستكيومتري. (1)

ج- استنتاج التركيزين C_1 ، C_2 :

في اللحظة $(t = 0)$:
 $n_{Cr_2O_7^{2-}}(0) = C_1V_1 \Rightarrow C_1 = \frac{n_{Cr_2O_7^{2-}}(0)}{V_1} = \frac{4 \times 10^{-3}}{40 \times 10^{-3}} = 0,1mol \cdot L^{-1}$
 $n_{H_2C_2O_4}(0) = C_2V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{n_{H_2C_2O_4}(0)}{V_2} = \frac{90 \times 10^{-3}}{60 \times 10^{-3}} = 0,15mol \cdot L^{-1}$
 (2)

د- التركيب المولي للمزيج التفاعلي عند نهاية التفاعل :

من البيان ومن جدول التقدم في الحالة النهائية : $n_f(Cr^{3+}) = 2x_f \Rightarrow x_f = \frac{n_f(Cr^{3+})}{2} = \frac{6}{2} = 3mmol$ (2).....

$n_f(H_2C_2O_4) = n_2 - 3x_f$ $n_f(H_2C_2O_4) = 9 - 3 \times 3 = 0mmol$	$n_f(C_2O_7^{2-}) = n_1 - x_f$ $n_f(C_2O_7^{2-}) = 4 - 3 = 1mmol$	$n_f(Cr^{3+}) = 2x_f$ $n_f(Cr^{3+}) = 6mmol$	$n_f(CO_2) = 6x_f$ $n_f(CO_2) = 6 \times 3 = 6mmol$
--	--	---	--

3-أ- حساب سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 10min$:

حسب التعريف سرعة التفاعل تعطى بالعلاقة: (1)..... $v = \left(\frac{dx}{dt} \right)_{(t)}$

ومن جدول التقدم: (2)..... $n_{Cr^{3+}}(t) = 2x(t) \Rightarrow x(t) = \frac{n_{Cr^{3+}}(t)}{2}$

بتعويض (2) في (1) نجد: $v(t) = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{dn_{Cr^{3+}}}{dt} \right)_{(t)}$ (1).....

ت.ع: $v(t) = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{4,8 - 2,7}{10 - 0} \right)_{(t=10min)} = 0,105mmol \cdot min^{-1} = 1,05 \times 10^{-4} mol \cdot min^{-1}$ (1).....

ب- استنتاج سرعة اختفاء حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$ عند اللحظة $t = 10min$:

حسب التعريف: $v(t) = - \frac{dn_{H_2C_2O_4}}{dt}$ ومن جدول التقدم: $n_{H_2C_2O_4}(t) = C_2V_2 - 3x(t)$
 $v(H_2C_2O_4) = 3 \cdot v = 3,15 \times 10^{-4} mol \cdot min^{-1} \Leftarrow$

التعليل: بإدخال $\frac{d}{dt}$ لطرفي العبارة $n_{H_2C_2O_4}(t) = C_2V_2 - 3x(t)$ نجد:

$$\frac{dn_{H_2C_2O_4}}{dt}(t) = \frac{dC_2V_2}{dt} - 3 \cdot \frac{dx}{dt} \Rightarrow \frac{dn_{H_2C_2O_4}}{dt}(t) = -3 \cdot \frac{dx}{dt}$$

ولدينا: $v(t) = - \frac{dn_{H_2C_2O_4}}{dt}$ (2)..... $v(H_2C_2O_4) = 3 \cdot v = 3 \times 1,05 \times 10^{-4} = 3,15 \times 10^{-4} mol \cdot min^{-1} \Leftarrow$

ج- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$: حسب التعريف: $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$ بيانيا: $t_{1/2} = 4,25min$ (2).....

التعليل: من جدول التقدم: $n_{Cr^{3+}}(t) = 2x(t)$

لما $x(t_{1/2}) = \frac{n_{Cr^{3+}}(t_{1/2})}{2} \Leftarrow n_{Cr^{3+}}(t_{1/2}) = 2x(t_{1/2}) \Leftarrow (t \rightarrow t_{1/2})$ (1).....

(2)..... $x_f = \frac{n_f(Cr^{3+})}{2} \Leftarrow n_f(Cr^{3+}) = 2x_f \Leftarrow (t \rightarrow t_f)$

بتعويض (1) و (2) في العلاقة $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$ نجد:

$$t_{1/2} = 4,25min \text{ نجد: بالاسقاط على البيان: } \frac{n_{Cr^{3+}}(t_{1/2})}{2} = \frac{n_f(Cr^{3+})}{2} \Rightarrow n_{Cr^{3+}}(t_{1/2}) = \frac{n_f(Cr^{3+})}{2} = \frac{6}{2} = 3mmol$$