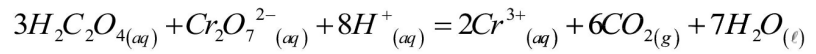


### التمرين:

لدراسة 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:

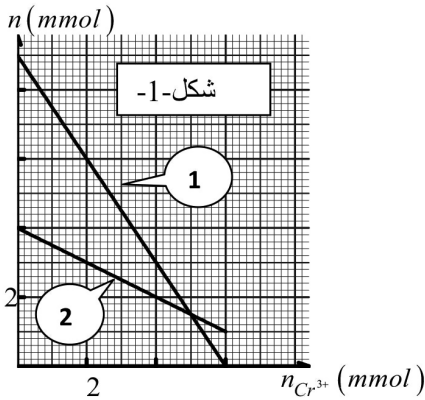


أ- حدد الثنائيتان  $(ox / red)$  المشاركة في التفاعل.

ب- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

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

ج- استنتج قيمتي التركيزين الموليين  $C_1$  ،  $C_2$  .

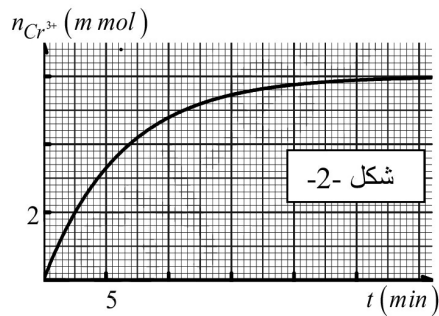
د- أعط التركيب المولي للمزيج التفاعلي عند نهاية التفاعل .

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  $t_{1/2}$ .





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	$n_2 = C_2V_2$	$n_1 = C_1V_1$	زيادة	0	0	زيادة
ح و	$C_2V_2 - 3x(t)$	$C_1V_1 - x(t)$	زيادة	$2x(t)$	$6x(t)$	زيادة
ح ن	$C_2V_2 - 3x_f$	$C_1V_1 - x_f$	زيادة	$2x_f$	$6x_f$	زيادة

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

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

$$n_{H_2C_2O_4}(t) = C_2V_2 - 3x(t) \text{ .....(1)}$$

.....(0,5)

$$n_{Cr^{3+}}(t) = 2x(t) \Rightarrow \left[ x(t) = \frac{n_{Cr^{3+}}(t)}{2} \right] \text{ .....(2)}$$

من جدول التقدم:

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

$$n_{Cr_2O_7^{2-}}(t) = C_1V_1 - x(t) \text{ .....(1)}$$

.....(0,5)

$$n_{Cr^{3+}}(t) = 2x(t) \Rightarrow \left[ x(t) = \frac{n_{Cr^{3+}}(t)}{2} \right] \text{ .....(2)}$$

وبنفس الطريقة:

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

.....(1)

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

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

.....(1)

$$\Rightarrow n_2 = \frac{3 \times 5}{2} + 1,5 = 9mmol \text{ يوافق المنحنى (1)}$$

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

.....(1)

$$\Rightarrow n_1 = 1,5 + \frac{5}{2} = 4mmol \text{ يوافق المنحنى (2)}$$

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

ج- استنتاج التركيزين  $C_1$  ،  $C_2$ :

$$n_{Cr_2O_7^{2-}}(0) = C_1V_1 \Rightarrow C_1 = \frac{n_{Cr_2O_7^{2-}}(0)}{V_1} = \frac{4 \times 10^{-3}}{40 \times 10^{-3}} = 0,1mol \cdot L^{-1}$$

.....(2)

$$n_{H_2C_2O_4}(0) = C_2V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{n_{H_2C_2O_4}(0)}{V_2} = \frac{90 \times 10^{-3}}{60 \times 10^{-3}} = 0,15mol \cdot L^{-1}$$

في اللحظة  $(t = 0)$ :



د- التركيب المولي للمزيج التفاعلي عند نهاية التفاعل :

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

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

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).....

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

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:  $v(H_2C_2O_4) = 3 \cdot v = 3,15 \times 10^{-4} mol \cdot min^{-1} \Leftarrow$

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

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

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

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

(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:

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