التمرين:

لدراسة تطور حركية التحوّل بين شوارد البيكرومات $Cr_2O_7^{2-}$ ومحلول حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$.

نمزج عند اللحظة $(t=0)$ حجما $V_1=40mL$ من محلول بيكرومات البوتاسيوم $\left(2K^+,Cr_2O_7^{2-}\right)$ تركيزه المولي C_1 مع حجم $V_2=60mL$ من محلول حمض الأوكساليك تركيزه المولي C_2 ننمذج التحول الكيميائي الحادث بالمعادلة:

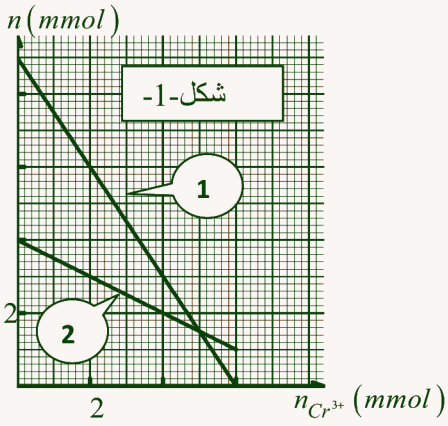
$$3H_2C_2O_{4(aq)}+Cr_2O_7{}^{2-}{}_{(aq)}+8H^+{}_{(aq)}=2Cr^{3+}{}_{(aq)}+6CO_{2(g)}+7H_2O_{(\ell)}$$

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

ب-أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

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

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



2- المتابعة الزمنية للتفاعل مكنت من الحصول على المنحنيين (1) و (2) (الشكل-1-).

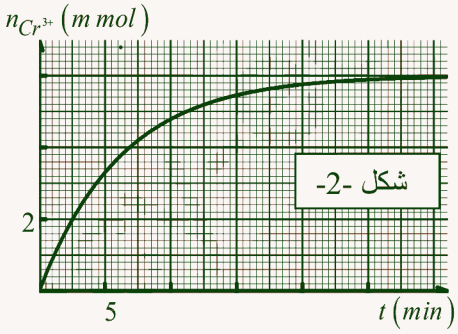
أ- أرفق كل منحنى لكمية المادة الموافقة مع التعليل .

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 $t=10min$.

ت-استنتج سرعة اختفاء حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$ عند نفس اللحظة.

ج- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

بالتوفيق

تصحيح الفرض الأول

1-أ- الثنائيات : $\left(Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}\right)$ و $\left(CO_2/H_2C_2O_4\right)$ (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- تبيان أن كمية المادة $Cr_2O_7^{2-}$ و $H_2C_2O_4$ عند اللحظة t تعطى بالعلاقتين : $n_{Cr_2O_7^{2-}}(t) = C_1V_1 - \frac{1}{2}n_{Cr^{3+}}(t)$

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

من جدول التقدم: (0,5).....

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

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

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

وبنفس الطريقة: (0,5).....

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

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

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

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

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

يوافق المنحنى (1) $\Rightarrow n_2 = \frac{3\times5}{2} + 1,5 = 9mmol$

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

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

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

ج- استنتاج التركيزين C_1 ، C_2:

في اللحظة $(t=0)$: (2).....

$$n_{Cr_2O_7^{2-}}(0) = C_1V_1 \Rightarrow C_1 = \frac{n_{Cr_2O_7^{2-}}(0)}{V_1} = \frac{4\times10^{-3}}{40\times10^{-3}} = 0,1mol\cdot L^{-1}$$

$$n_{H_2C_2O_4}(t) = C_2V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{n_{H_2C_2O_4}(0)}{V_2} = \frac{90\times10^{-3}}{60\times10^{-3}} = 0,15mol\cdot L^{-1}$$

د- التركيب المولي للمزيج التفاعلي عند نهاية التفاعل :

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

$n_f\left(H_2C_2O_4\right)=n_2-3x_f$ $n_f\left(H_2C_2O_4\right)=9-3\times3=0mmol$	$n_f\left(C_2O_7^{2-}\right)=n_1-x_f$ $n_f\left(C_2O_7^{2-}\right)=4-3=1mmol$	$n_f\left(Cr^{3+}\right)=2x_f$ $n_f\left(Cr^{3+}\right)=6mmol$	$n_f\left(CO_2\right)=6x_f$ $n_f\left(CO_2\right)=6\times3=6mmol$

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

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

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

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

ت.ع: $v(t)=\frac{1}{2}\cdot\left(\frac{4,8-2,7}{10-0}\right)_{(t=10\min)}=0,105mmol\cdot\min^{-1}=1,05\times10^{-4}mol\cdot\min^{-1}$ (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: $n_{H_2C_2O_4}(t)=C_2V_2-3x(t)$

$v\left(H_2C_2O_4\right)=3\cdot v=3,15\times10^{-4}mol\cdot\min^{-1}\Leftarrow$

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: $v(t)=-\frac{dn_{H_2C_2O_4}}{dt}\Leftarrow v\left(H_2C_2O_4\right)=3\cdot v=3\times1,05\times10^{-4}=3,15\times10^{-4}mol\cdot\min^{-1}$ (2).....

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

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

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

$\left(t\to t_f\right)\Leftarrow n_f\left(_{Cr^{3+}}\right)=2x_f\Leftarrow x_f=\frac{n_f\left(_{Cr^{3+}}\right)}{2}$ .....(2)

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

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