www.sites.google.com/site/faresfergani
Fares_Fergani@yahoo.Fr

تمارين مقترحة

3AS U01 - Exercice 005

المحتوى المعرفي : المتابعة الزمنية لتحول كيميائي .

تاريخ آخر تحديث : 2015/04/20

نص التمرين : (بكالوريا 2009 – علوم تجريبية) (**)

ينمذج التحول الكيميائي الذي يحدث بين شوارد البيروكسوديكبريتات ($S_2O_8^{2-}$) وشوارد اليود (I^-) في الوسط المائي بتفاعل تام معادلته :

$$S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} = 2SO_4^{2-}{}_{(aq)} + I_{2\,(aq)}$$

I- لدراسة تطور هذا التفاعل في درجة حرارة ثابتة ($\theta = 35°C$) بدلالة الزمن ، نمزج في اللحظة ($t = 0$) حجما $V_1 = 100\ mL$ من محلول مائي لبيروكسوديكبريتات البوتاسيوم ($2K^+ + S_2O_8^{2-}$) تركيزه المولي $C_1 = 4.0 \cdot 10^{-2}\ mol/L$ مع حجم $V_2 = 100\ mL$ من محلول مائي ليود البوتاسيوم ($K^+ + I^-$) تركيزه المولي $C_2 = 8.0 \cdot 10^{-2}\ mol/L$ فنحصل على مزيج حجمه $V_S = 200\ mL$.

أ- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الحاصل .

ب- أكتب عبارة التركيز المولي $[S_2O_8^{-2}]$ لشوارد البيروكسوديكبريتات في المزيج خلال التفاعل بدلالة : C_1 ، V_1 ، V_2 و $[I_2]$ التركيز المولي لثنائي اليود (I_2) في المزيج .

جـ/ أحسب قيمة $[S_2O_8^{-2}]_0$ التركيز المولي لشوارد البيروكسوديكبريتات في اللحظة ($t = 0$) لحظة انطلاق التفاعل بين شوارد ($S_2O_8^{2-}$) و شوارد (I^-) .

II- لمتابعة التركيز المولي لثنائي اليود المتشكل بدلالة الزمن . نأخذ في أزمنة مختلفة t_1 ، t_2 ، t_3 ..... ، t_i عينات من المزيج حجم كل عينة $V_0 = 10\ mL$ و نبردها مباشرة بالماء البارد و الجليد و بعدها نعاير ثنائي اليود المتشكل خلال المدة t_i بواسطة محلول مائي لثيوكبريتات الصوديوم ($2Na^+ + S_2O_3^{2-}$) تركيزه المولي $C' = 1.5 \cdot 10^{-2}\ mol/L$ و في كل مرة نسجل V' حجم محلول ثيوكبريتات الصوديوم اللازم لاختفاء ثنائي اليود فنحصل على جدول القياسات التالي :

$t(min)$	0	5	10	15	20	30	45	60
$V'(mL)$	0	4,0	6,7	8,7	10,4	13,1	15,3	16,7
$[I_2](mmol/L)$								

أ- لماذا نبرد العينات مباشرة بعد فصلها عن المزيج .

ب- في تفاعل المعايرة تتدخل الثنائيتان : $(S_4O_6^{2-}{}_{(aq)}/S_2O_3^{2-}{}_{(aq)})$ و $(I_{2(aq)}/I^-_{(aq)})$. أكتب المعادلة الإجمالية لتفاعل الأكسدة – إرجاع الحاصل بين الثنائيتين .

جـ/ بين مستعينا بجدول التقدم لتفاعل المعايرة أن التركيز المولي لثنائي اليود في العينة عند التكافؤ يعطى بالعلاقة :

$$[I_2] = \frac{1}{2} \times \frac{C' \times V'}{V_0}$$

د/ أكمل جدول القياسات .

هـ/ أرسم على ورقة مليمترية البيان $[I_2] = f(t)$

و/ أحسب بيانيا السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة ($t = 20\ min$) .

حل التمرين

1- أ- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$S_2O_8^{-2}$ +	$2I^-$ =	$2S_2O_4^{2-}$ +	I_2
ابتدائية	$x = 0$	$4 . 10^{-3}$	$8 . 10^{-3}$	0	0
انتقالية	x	$4 . 10^{-3} - x$	$8 . 10^{-3} - 2x$	x	x
نهائية	x_f	$4 . 10^{-3} - x_f$	$8 . 10^{-3} - 2x_f$	x_f	x_f

- $n_0(S_2O_8^{2-}) = C_1V_1 = 4 . 10^{-2} . 0.1 = 4 . 10^{-3}$ mol
- $n_0(I^-) = C_2V_2 = 8 . 10^{-2} . 0.1 = 8 . 10^{-3}$ mol

ب- عبارة $[S_2O_8^{-2}]$ في المزيج بدلالة : C_1 ، V_1 ، V_2 و $[I_2]$:

لدينا :

$$[S_2O_8^{2-}] = \frac{n(S_2O_8^{2-})}{V_S}$$

من جدول التقدم و عند اللحظة t لدينا :

$n(S_2O_8^{2-}) = n_0(S_2O_8^{2-}) - x = C_1V_1 - x$

ومنه يصبح :

$$[S_2O_8^{2-}] = \frac{C_1V_1 - x}{V_S} \quad .... (1)$$

لدينا أيضا :

$$[I_2] = \frac{n(I_2)}{V_S}$$

من جدول التقدم و عند اللحظة t لدينا :

$n(I_2) = x$

ومنه يصبح :

$$[I_2] = \frac{x}{V_S} \rightarrow x = [I_2]V_S \quad .... (2)$$

بتعويض العلاقة (2) في (1) نجد :

$$[S_2O_8^{2-}] = \frac{C_1V_1 - [I_2]V_S}{V_S}$$

$$[S_2O_8^{2-}] = \frac{C_1V_1}{V_S} - [I_2]$$

جـ- قيمة $[S_2O_8^{2-}]$ عند اللحظة $t = 0$:

من العلاقة السابقة و عند اللحظة $t = 0$ يكون :

$$[S_2O_8^{2-}]_{(t=0)} = \frac{C_1V_1}{V_S} - [I_2]_{(t=0)}$$

عند اللحظة $t = 0$ لم يتشكل I_2 بعد و عليه $[I_2]_{(t=0)} = 0$ و منه يصبح :

$$[S_2O_8^{2-}]_{(t=0)} = \frac{C_1V_1}{V_S}$$

$$[S_2O_8^{2-}]_{(t=0)} = \frac{4.10^{2-}.0.1}{0.1+0.1} = 2.10^{2-}\ mol$$

II- أ- الغرض من تبريد العينات مباشرة بعد فصلها عن المزيج هو توقيف التفاعل .

ب- المعادلة الإجمالية لتفاعل الأكسدة – إرجاع الحاصل :

$$2S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} = S_4O_6^{2-} + 2e^-$$
$$I_{2(aq)} + 2e^- = 2I^-_{(aq)}$$
$$2S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} + I_{2(aq)} = S_4O_6^{2-}{}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)}$$

جـ- إثبات أن $[I_2] = \frac{1}{2} \times \frac{C' \times V'}{V_0}$:

نمثل جدول تقدم تفاعل المعايرة :

الحالة	التقدم	$2S_2O_3^{2-}{}_{(aq)}$ +	$I_{2(aq)}$ =	$S_4O_6^{2-}{}_{(aq)}$ +	$2I^-_{(aq)}$
ابتدائية	$x = 0$	$n_0(S_2O_3^{2-})$	$n_0(I_2)$	0	0
انتقالية	x	$n_0(S_2O_3^{2-}) - 2x$	$n_0(I_2) - x$	x	$2x$
التكافؤ	x_f	$n_0(S_2O_3^{2-}) - 2x_E$	$n_0(I_2) - x_E$	x_E	$2x_E$

من جدول التقدم و عند التكافؤ أين يكون التفاعل في الشروط الستوكيومترية يكون :

- $n_0(S_2O_3^{2-}) - 2x_E = 0 \rightarrow x_E = \frac{n_0(S_2O_3^{2-})}{2}$
- $n_0(I_2) - x_E = 0 \rightarrow x_E = n_0(I_2)$

ومنه :

$$\frac{n_0(S_2O_3^{2-})}{2} = n_0(I_2)$$
$$\frac{C'V'}{2} = [I_2]V_0 \rightarrow [I_2] = \frac{1}{2}\frac{C'V'}{V_0}$$

د- إكمال جدول القياسات :

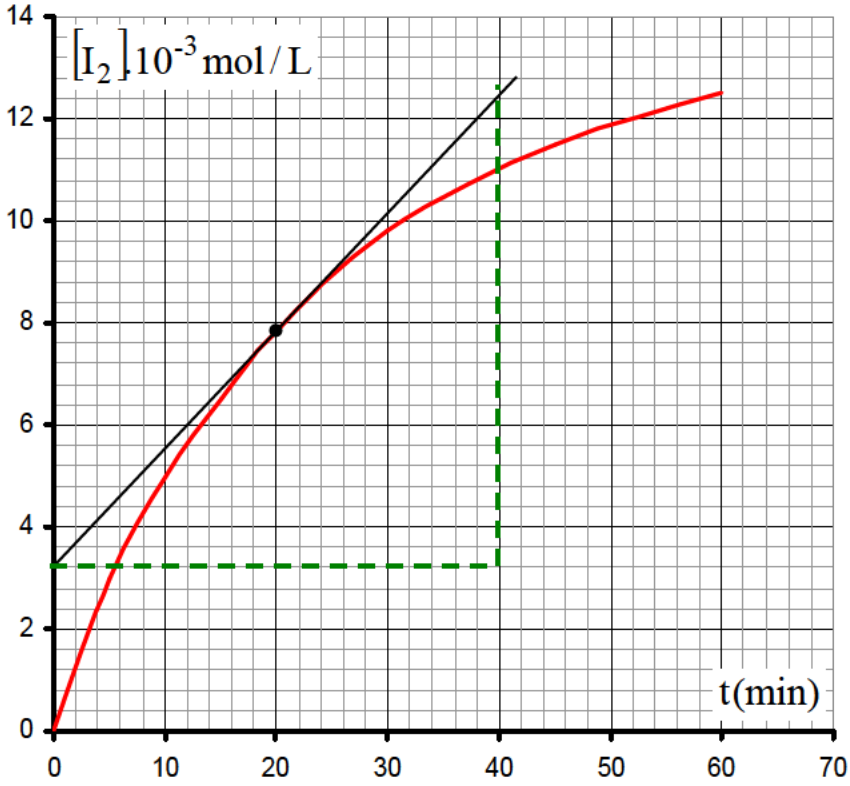
لدينا سابقا : $[I_2] = \frac{1}{2}\frac{C'V'}{V_0}$ و هي عبارة تركيز I_2 في العينة ، و كون أن العينة هي جزء من الوسط التفاعلي ، يكون تركيز I_2 في الوسط التفاعلي نفسه تركيز I_2 في العينة و عليه يعبر أيضا عن تركيز I_2 في الوسط التفاعلي بنفس العلاقة و هي :

$$[I_2]=\frac{1}{2}\frac{C'V'}{V_0}=\frac{1}{2}\frac{1.5.10^{-2}V'}{0.01}\rightarrow [I_2]=0.75V'$$

و منه نملأ الجدول حيث نحصل على النتائج التالية :

t(min)	0	5	10	15	20	30	45	60
V(mL)	0	4.0	6.7	8.7	10.4	13.1	15.3	16.7
$[I_2]$. 10^{-3} mol/L	0	3.0	5.0	6.5	7.8	9.8	11.5	12.5

هـ- البيان $[I_2]=f(t)$:



و- السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة (t = 20 min) :

- نكتب عبارة السرعة الحجمية بدلالة ميل مماس المنحى $\frac{d[I_2]}{dt}$.

- لدينا حسب تعريف السرعة الحجمية للتفاعل :

$$v'=\frac{1}{V}\frac{dx}{dt}$$

من جدول التقدم الخاص بالتفاعل المدروس لدينا :

$$n(I_2)=x \rightarrow [I_2]=\frac{x}{V}\rightarrow \frac{d[I_2]}{dt}=\frac{1}{V}\frac{dx}{dt}\rightarrow \frac{dx}{dt}=V\frac{d[I_2]}{dt}$$

بالتعويض في عبارة السرعة الحجملة نجد :

$$v'=\frac{1}{V}V\frac{d[I_2]}{dt}\rightarrow v'=\frac{d[I_2]}{dt}$$

من البيان و عند اللحظة $t = 20\ min$ يكون :

$$\frac{d[I_2]}{dt} = \frac{12.4.10^{-3} - 3.2.10^{-3}}{40 - 0} = 2.3.10^{-4}$$

و منه :

$$v' = 2.3.10^{-4}\ mol/min$$