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

تمارين مقترحة

3AS U01 - Exercice 026

المحتوى المعرفي : المتابعة الزمنية لتحول كيميائي .

تاريخ آخر تحديث : 2015/04/20

نص التمرين : (***)

نحضر حجم $V = 200\ mL$ من محلول لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$ تركيزه $C = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ بحل كمية $n_0\ mol$ من هيدروكسيد الصوديوم النقي NaOH في $200\ mL$ من الماء المقطر ، نسكب هذا المحلول في بيشر ثم نضيف له عند اللحظة $t = 0$ كمية $n_0\ mol$ من ميثانوات الإيثيل $HCOOC_2H_5$ ، لنحصل في النهاية على وسط تفاعلي حجمه $V_S = V = 200\ mL$ (يهمل التغير في الحجم عند إضافة ميثانوات الإيثيل) .
نريد دراسة تطور تفاعل ميثانوات الإيثيل $HCOOC_2H_5$ مع محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$ ، و ذلك بمتابعة تغير ناقلية المزيج G خلال الزمن ، لهذا الغرض نغمر في البيشر خلية قياس الناقلية و في لحظات مختلفة نقيس ناقلية المزيج مع الرج المغناطيسي المتواصل ، الجدول التالي يمثل النتائج المتحصل عليها :

t (min)	0	3	6	9	12	15	45	t_f
G(mS)	G_0	2.16	1.97	1.84	1.75	1.68	1.20	1.05
x(mmol)								

معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث هي :

$$HCOOC_2H_5 + HO^- = HCOO^- + C_2H_5OH$$

يعطى : ثابت الخلية : $K = 1\ cm$ ، و الناقلية النوعية الشاردية المولية للشوارد المعدنية كما يلي :
$\lambda(HCOO^-) = 5.46\ mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda(HO^-) = 19.9\ mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda(Na^+) = 5.01\ mS.m^2.mol^{-1}$

1- بين أن ناقلية الوسط التفاعلي عند اللحظة $t = 0$ يعبر عنها بالعلاقة :

$$G_0 = \frac{Kn_0}{V}\left(\lambda(Na^+) + \lambda(OH^-)\right)$$

- أحسب قيمة G_0 .

2- مثل جدول تقدم التفاعل .

3- بين أنه يمكن كتابة عبارة الناقلية G في اللحظة t على الشكل : $G = ax + b$ ، حيث a و b ثابتان يطلب التعبير عنهما و حساب قيمتهما ، ماذا تمثل قيمة b و ما هي إشارة a ؟

4- أرسم شكلا بيانيا تقريبيا للعلاقة $G = f(x)$.

5- أكمل الجدول السابق بحساب قيم x في كل لحظة .

6- مثل البيان $x = f(t)$.

حل التمرين

1- أ- إثبات : $G_0 = \frac{Kn_0}{V}(\lambda(Na^+) + \lambda(HO^-))$:

$$G_0 = K\delta_0 = K(\lambda(Na^+)[Na^+] + \lambda(HO^-)[HO^-])$$
$$G_0 = K(\lambda(Na^+)C + \lambda(HO^-)C)$$
$$G_0 = KC(\lambda(Na^+) + \lambda(HO^-))$$
$$G_0 = \frac{Kn_0}{V}(\lambda(Na^+) + \lambda(HO^-))$$

- قيمة G_0 :

$$C = 10^{-2}\ mol/L = 10\ mol/m^3 = \frac{n_0}{V}$$
$$G_0 = 10^{-2}.10(5.01.10^{-3} + 19.9.10^{-3}) = 2.49.10^{-3} s$$

2- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$HCOOC_2H_5$ +	HO^- =	$HCOO^-$ +	C_2H_5OH
ابتدائية	x = 0	n_0	n_0	0	0
انتقالية	x	n_0 - x	n_0 - x	x	x
نهائية	x_f	$n_0 - x_f$	$n_0 - x_f$	x_f	x_f

3- إثبات أن عبارة ناقلية المزيج عند اللحظة t هي على الشكل $G = ax + b$:

في لحظة t من التفاعل يحتوي الوسط التفاعلي على الشوراد : $HCOO^-$ الناتجة ، HO^- المتبقية ، و كذلك Na^+ التي لم تدخل إلى التفاعل و لم تظهر في المعادلة لذا يكون :

$$G = K\delta = K(\lambda(Na^+)[Na^+] + \lambda(OH^-)[OH^-] + \lambda(HCOO^-)[HCOO^-])$$

و اعتمادا على جدول التقدم يمكن كتابة :

$$G = K(\lambda(Na^+)\frac{n_0}{V} + \lambda(HO^-)\frac{n_0-x}{V} + \lambda(HCOO^-)\frac{x}{V})$$
$$G = \frac{K}{V} = K(\lambda(Na^+)n_0 + \lambda(HO^-)(n_0 - x) + \lambda(HCOO^-)x)$$
$$G = \frac{K}{V}(\lambda(Na^+)n_0 + \lambda(OH^-)n_0 - \lambda(HO^-)x + \lambda(HCOO^-)x)$$

$$G = \frac{K}{V}\left(\left(\lambda(HCOO^-) - \lambda(OH^-)\right)x + \left(\lambda(Na^+) + \lambda(HO^-)\right)n_0\right)$$

$$G = \frac{K}{V}\left(\lambda(HCOO^-) - \lambda(OH^-)\right)x + \frac{Kn_0}{V}\left(\lambda(Na^+) + \lambda(HO^-)\right)$$

هي من الشكل : $G = ax + b$ حيث :

$$a = \frac{K}{V}\left(\lambda(HCOO^-) - \lambda(HO^-)\right) \quad , \quad b = \frac{Kn_0}{V}\left(\lambda(Na^+) + \lambda(HO^-)\right)$$

- قيمتي a ، b :

- $a = \frac{10^{-2}}{0.2.10^{-3}}\left(5.46.10^{-3} + 19.9.10^{-3}\right) = -0.722$
- $b = G_0 = 2.49.10^{-3}$

- تمثل قيمة b الناقلية عند اللحظة $t = 0$ ($b = G_0$) .

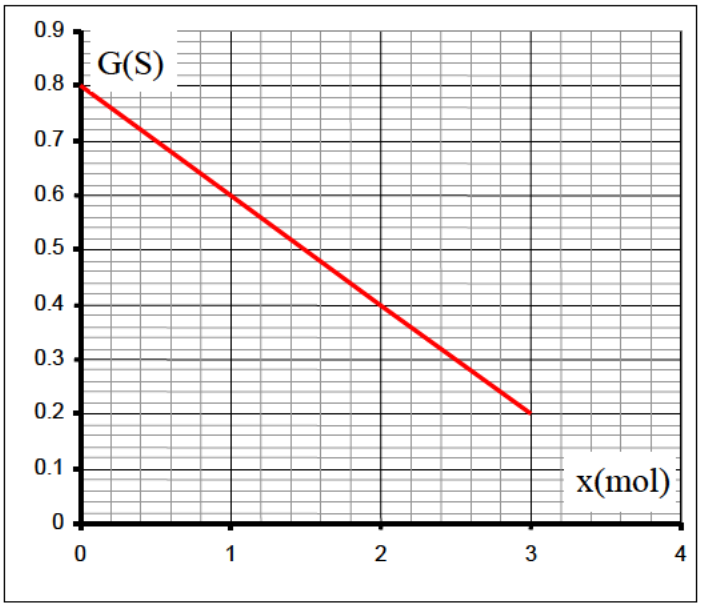
- إشارة a :

تعتمد إشارة a على إشارة الفرق $\left(\lambda(HCOO^-) - \lambda(HO^-)\right)$ و حيث أن : $\lambda(HCOO^-) < \lambda(HO^-)$ يكون :

$$\lambda(HCOO^-) - \lambda(HO^-) < 0 \quad \rightarrow \quad a < 0$$

4- البيان $G = f(x)$:

بما أن عبارة G من الشكل $G = a\,x + b$ ، و حيث أن $a < 0$ (الميل سالب) يكون البيان $G = f(x)$ عبارة عن مستقيم كما يلي :



4- إكمال الجدول :

مما سبق لدينا : $G = ax + b$ حيث $a = -0.722$ ، $b = 2.49 \cdot 10^{-3}$ و منه :

$$G = -0.722\,x + 2.49 \cdot 10^{-3} \rightarrow 0.722\,x = 2.49 \cdot 10^{-3} - G$$

$$x = \frac{2.49.10^{-3} - G}{0.722}$$

و نملأ الجدول اعتمادا على هذه العلاقة :

t (min)	0	3	6	9	12	15	45	t_f
G(mS)	G_0	2.16	1.97	1.84	1.75	1.68	1.20	1.05
x(mmol)	0	0.46	0.72	0.90	1.00	1.12	1.78	2.00

5- تمثيل البيان x = f(t) :