

www.sites.google.com/site/faresfergani  
Fares\_Fergani@yahoo.Fr

## تمارين مقترحة

### 3AS U04 - Exercice 020

المحتوى المعرفي : تطور حملة كيميائية نحو حالة التوازن .

تاريخ آخر تحديث : 2015/04/20

#### نص التمرين : ( بكالوريا 2010 - رياضيات ) (\*\*)

نحضر محلول (S) لحمض الإيثانويك ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) لهذا الغرض ندخل كتلة  $m$  في حجم قدره  $100 \text{ mL}$  من الماء المقطر . نقيس pH المحلول (S) بواسطة مقياس الـ pH متر عند الدرجة  $25^\circ\text{C}$  فكانت قيمته  $3.4$  .

1- أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي الحادث .

2- أ/ انشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي .

ب/ أوجد قيمة التقدم النهائي  $X_f$  .

ج/ إذا علمت أن نسبة التقدم النهائي  $\tau_f = 0.039$  بين أن قيمة التركيز المولي  $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$  ثم استنتج  $m$  قيمة الكتلة المنحلة في المحلول (S) .

3- أحسب كسر التفاعل الابتدائي  $Q_{ri}$  و كسر التفاعل عند التوازن  $Q_{rf}$  . ما هي جهة تطور الجملة الكيميائية ؟

4- بهدف التأكد من قيمة التركيز المولي  $C$  للمحلول (S) ، نعاير حجما  $V_a = 10 \text{ mL}$  منه بواسطة محلول أساسي لهيدروكسيد الصوديوم ( $\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$ ) تركيزه المولي  $C_b = 4.0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  فيحدث التكافؤ عند إضافة حجم  $V_{bE} = 25 \text{ mL}$  من المحلول الأساسي .

أ/ أذكر البروتوكول التجريبي لهذه المعايرة .

ب/ أكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحويل .

ج/ أحسب قيمة التركيز المولي  $C$  للمحلول (S) . قارنها مع القيمة المعطاة سابقا .

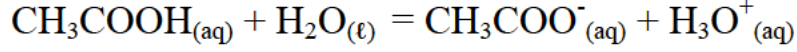
د/ ما هي قيمة pH المزيج لحظة إضافة  $12.5 \text{ mL}$  من محلول هيدروكسيد الصوديوم ؟

يعطى :  $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$  ،  $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$  ،  $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$

$\text{pKa}(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4.8$

## حل التمرين

1- معادلة التفاعل :



2- أ- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$\text{CH}_3\text{COOH} +$	$\text{H}_2\text{O}$	$= \text{CH}_3\text{COO}^- +$	$\text{H}_3\text{O}^+$
ابتدائية	$x = 0$	$n_0 = CV$	زيادة	0	0
انتقالية	$x$	$CV - x$	زيادة	$x$	$x$
نهائية	$x_f$	$CV - x_f$	زيادة	$x_f$	$x_f$

ب- قيمة  $x_f$  :

- $\text{pH} = 3.4 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_f = 10^{-3.4} = 4.10^{-4} \text{ mol/L}$
- $n_f(\text{H}_3\text{O}^+) = [\text{H}_3\text{O}^+]_f V = 4.10^{-4} \cdot 0.1 = 4.10^{-5} \text{ mol}$

من جدول التقدم :

$$n_f(\text{H}_3\text{O}^+) = x_f \rightarrow x_f = 4.10^{-5} \text{ mol}$$

قيمة  $m$  :

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_f}{C} \rightarrow C = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_f}{\tau_f}$$

$$C = \frac{4.10^{-4}}{0.039} = 10^{-2} \text{ mol/L}$$

من جهة أخرى :

$$C = \frac{n_0}{V} = \frac{m}{M \cdot V} \rightarrow m = C \cdot M \cdot V$$

- $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ g/mol}$
- $m = 10^{-2} \cdot 60 \cdot 0.1 = 6 \cdot 10^{-2} \text{ g}$

3- كسر التفاعل الابتدائي  $Q_{ri}$  :

$$Q_{ri} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_i [\text{H}_3\text{O}^+]_i}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_i}$$

عند اللحظة  $t = 0$  لم تتشكل شوارد  $\text{H}_3\text{O}^+$  بعد لذا يكون  $[\text{H}_3\text{O}^+]_i = 0$  و منه يكون :  $Q_{ri} = 0$ .

- كسر التفاعل عند التوازن :

$$Q_{if} = \frac{[CH_3COO^-]_f [H_3O^+]_f}{[CH_3COOH]_f}$$

- مما سبق  $[H_3O^+]_f = 4.10^{-4} \text{ mol/L}$  واعتمادا على جدول التقدم :

$$\bullet [H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V}$$

$$\bullet [CH_3COO^-]_f = \frac{x_f}{V} \rightarrow [CH_3COO^-]_f = [H_3O^+]_f = 4.10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\bullet [CH_3COOH]_f = \frac{CV - x_f}{V} = C - \frac{x_f}{V} \rightarrow [CH_3COOH]_f = C - [H_3O^+]_f$$

$$[CH_3COOH]_f = 10^{-2} - 4.10^{-4} = 9.6.10^{-3} \text{ mol/L}$$

بالتعويض في عبارة  $Q_{if}$  نجد :

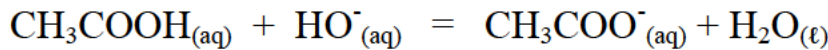
$$Q_{if} = \frac{4.10^{-4} \cdot 4.10^{-4}}{9.6.10^{-3}} = 1.6.10^{-5}$$

ج- جهة تطور الجملة : (هذا السؤال خاص بوحدة مراقبة تطور جملة كيميائية)  
نلاحظ  $Q_{if} < Q_{ri}$  ، إذن تطور الجملة يكون في الإتجاه المباشر أي في جهة تشكل  $H_3O^+$ .

4- أ- البروتوكول التجريبي :

- نضع  $V_a = 10 \text{ ml}$  من محلول حمض الإيثانويك في بيشر ثم نضيف له قطرات من كاشف مناسب .
- نضع محلول الصود ذو التركيز  $C_b = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$  في السحاحة عند التدرج (صفر) .
- نقطر قطرة قطرة محلول الصود بواسطة السحاحة إلى أن يتغير اللون ، و الذي يدل على بلوغ التكافؤ .
- نسجل الحجم اللازم للتكافؤ  $C_{bE}$  .

ب- معادلة التفاعل :

ج- حساب التركيز  $C_a$  :

- عند التكافؤ :

$$C_a V_a = C_b V_{bE} \rightarrow C_a = \frac{C_b V_{bE}}{V_a}$$

$$C_a = \frac{4.10^{-3} \cdot 0.025}{0.01} = 0.01 \text{ mol/L}$$

و هي توافق النتيجة المتحصل عليها سابقا .

د- قيمة الـ pH عند إضافة 12.5 mL من محلول الصود :

نلاحظ أن الحجم  $V_b = 12.5 \text{ mL}$  مساوي لنصف الحجم المضاف عند التكافؤ  $V_{bE} = 25 \text{ mL}$  ، هذا يعني أن المعايير عند إضافة هذا الحجم من محلول الصود بلغت نقطة لتكافؤ ، و معلوم أن عند هذه النقطة يكون :

$$pH = pKa = 4.8$$