

[www.sites.google.com/site/faresfergani](http://www.sites.google.com/site/faresfergani)  
Fares\_Fergani@yahoo.Fr

## تمارين مقترحة

### 3AS U04 - Exercice 015

المحتوى المعرفي : تطور حملة كيمائية نحو حالة التوازن .

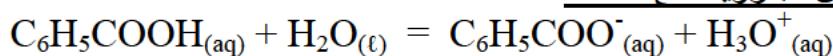
تاريخ آخر تحدث : 2015/04/20

**نص التمرين :** (بكالوريا 2012 - رياضيات ) (\*\*)

- 1- نحضر محلولا مائيا  $S_1$  حجمه  $V = 200 \text{ mL}$  لحمض البنزويك  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  بتركيز مولي  $C_1 = 1.00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  ، ثم نقيس  $\text{pH}$  هذا محلول فنجد  $\text{pH}_1 = 3.1$  .
- أ- اكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء .
  - ب- أنشئ جدول لنقدم التفاعل .
  - ج- احسب نسبة التقدم النهائي  $\tau_{1f}$  لهذا التفاعل . ماذا تستنتج ؟
  - د- اكتب عبارة ثابت الحموضة  $K_{a1}$  للثانية  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$  (aq) .
  - هـ- أثبت أن :  $K_{a1}$  يعطى بالعلاقة :  $K_{a1} = C_1 \frac{\tau_{1f}^2}{1 - \tau_{1f}}$  ، ثم احسب قيمته .
- 2- نأخذ حجما  $20 \text{ mL}$  من محلول  $S_1$  و نمدده 10 مرات بالماء فنحصل على محلول ' $S_1'$  لحمض البنزويك بتركيز مولي ' $C_1'$  ، ثم نقيس  $\text{pH}$  هذا محلول فنجد  $\text{pH}_1' = 3.6$  .
- أ- أثبت أن :  $C_1' = 1.00 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  .
  - ب- احسب القيمة الجديدة لنسبة التقدم النهائي  $\tau_{2f}$  لتفاعل حمض البنزويك مع الماء .
  - جـ- ما هو تأثير تخفيف المحاليل على نسبة التقدم النهائي ؟

## حل التمرين

1- أ- معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء :



ب- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$			
ابتدائية	$x = 0$	$n_0 = C_1 V$	بزيادة	0	0
انتقالية	$x$	$C_1 V - x$	بزيادة	$x$	$x$
نهائية	$x_f$	$C_1 V - x_f$	بزيادة	$x_f$	$x_f$

ج- نسبة التقدم :

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}}$$

بفرض أن التفاعل تام و كون أن الماء بزيادة يكون :

$$C_1 V - x_{\max} = 0 \rightarrow x_{\max} = C_1 V = 10^{-2} \cdot 0.2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{pH} = 3.1 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_f = 10^{-3.1} = 7.94 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

اعتمادا على جدول التقدم :

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_f = \frac{x_f}{V} \rightarrow x_f = [\text{H}_3\text{O}^+]_f V = 7.94 \cdot 10^{-4} \cdot 0.2 = 1.59 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

إذن :

$$\tau_f = \frac{1.59 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-3}} = 0.08 \quad (8\%)$$

الاستنتاج :

$\tau_f < 1$  نستنتج أن التفاعل الحادث بين حمض البنزويك و الماء غير تام (محدود) كما أن حمض البنزويك ضعيف .

د- عبارة  $K_{a1}$  :

$$K_{a1} = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]_f [\text{H}_3\text{O}^+]_f}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]_f}$$

$$\therefore K_{a1} = \frac{C_1 \tau_{1f}^2}{1 - \tau_{1f}}$$

هـ- إثبات أن

$$\tau_{1f} = \frac{x_f}{x_{\max}} \rightarrow x_f = x_{\max} \tau_{1f}$$

مما سبق :

$$x_{\max} = C_1 V$$

و منه :

$$x_f = C_1 V \tau_{1f}$$

و اعتمادا على جدول التقدم :

$$\left[ H_3O^+ \right]_f = \frac{x_f}{V} = \frac{C_1 V \tau_{1f}}{V} = C_1 \tau_{1f}$$

$$\left[ C_6H_5COO^- \right]_f = \frac{x_f}{V} = \frac{C_1 V \tau_{1f}}{V} = C_1 \tau_{1f}$$

$$\left[ C_6H_5COOH \right]_f = \frac{C_1 V - x_f}{V} = \frac{C_1 V - C_1 V \tau_{1f}}{V} = \frac{C_1 V (1 - \tau_{1f})}{V} = C_1 (1 - \tau_{1f})$$

بالتعويض في عبارة  $K_{a1}$  :

$$K_{a1} = \frac{C_1 \tau_{1f} \times C_1 \tau_{1f}}{C_1 (1 - \tau_{1f})} \rightarrow K_{a1} = C_1 \frac{\tau_{1f}^2}{(1 - \tau_{1f})}$$

- حساب قيمة  $K_{a1}$  :

$$K_{a1} = 10^{-2} \frac{(0.08)^2}{(1 - 0.08)} = 6.96 \cdot 10^{-5}$$

أ- إثبات أن  $C_1 = 10^{-3} \text{ mol/L}$  :  
أثناء التمدد لا تتغير كمية المادة لذا يكون :

$$n'(C_6H_5COOH) = n(C_6H_5COOH)$$

$$C_1' V' = C_1 V$$

المحلول مدد 10 مرات يعني  $V' = 10 V$  و منه :

$$C_1' (10V) = C_1 V \rightarrow C_1' = \frac{C_1}{10}$$

$$C_1' = \frac{10^{-2}}{10} = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

ب- قيمة  $\tau_{2f}$  :  
باتباع نفس الخطوات السابقة نجد :

$$\bullet x'_{\max} = C_1' V' = 10^{-3} \cdot 200 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\bullet pH = 3.6 \rightarrow \left[ H_3O^+ \right]_f = 10^{-3.6} = 2.5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\bullet x'_f = \left[ H_3O^+ \right]_f V' = 2.5 \cdot 10^{-4} \cdot 200 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$\bullet \tau_{2f} = \frac{x'_f}{x'_{\max}} = \frac{5 \cdot 10^{-5}}{2 \cdot 10^{-4}} = 0.25 \quad (25\%)$$

ج- تأثير تخفيف المحاليل على نسبة التقدم النهائي :

$$C_1 = 10^{-2} \text{ mol/L} \rightarrow \tau_{1f} = 0.08$$

$$C_1' = 10^{-3} \text{ mol/L} \rightarrow \tau_{2f} = 0.25$$

نلاحظ :

$$C_1' < C_1 \rightarrow \tau_{2f} > \tau_{1f}$$

نستنتج أن نسبة التقدم النهائي تزداد كلما خف المحلول .