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

# تمارين مقترحة

## 3AS U04 - Exercice 028

المحتوى المعرفي : تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن .

تاريخ آخر تحديث : 2015/04/20

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

تؤخذ كل المحاليل في 25°C .

الإيبوبروفين حمض كربوكسيلي صيغته الجزيئية الإجمالية $C_{13}H_{18}O_2$ ، دواء يعتبر من المضادات الالتهابات ، شبيه بالأسبرين ، مسكن للآلام و مخفض للحرارة . تباع مستحضرات الإيبوبروفين في الصيدليات على شكل مسحوق في أكياس تحمل المقدار 200 mg يذوب في الماء . في كل هذا النشاط نرمز لحمض الإيبوبروفين بـ RCOOH و لأساسه المرافق بـ $RCOO^-$ . $M(RCOOH) = 206\ g.mol^{-1}$ .

**أولا :** نذيب محتوى كيس الإيبوبروفين 200 mg من الحمض في بيشر به ماء فنحصل على محلول مائي $S_0$ تركيزه المولي $C_0$ و حجمه $V_0 = 500\ mL$ .

1- نأكد من أن : $C_0 = 0.002\ mol.L^{-1}$ .

2- أعطى قياس pH المحلول $S_0$ القيمة $pH = 3.5$ .

أ- تحقق باستعانتك بجدول التقدم أن تفاعل حمض الإيبوبروفين مع الماء محدود .

ب- اكتب عبارة كسر التفاعل $Q_r$ لهذا التحول .

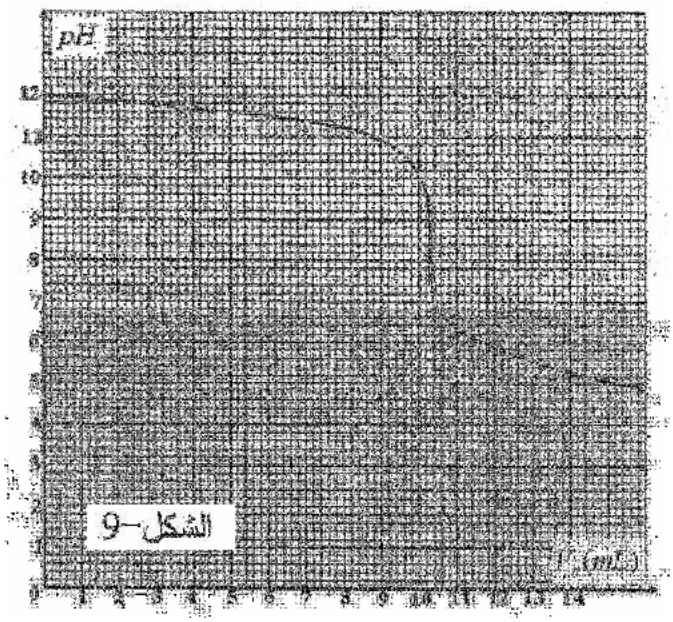
جـ- بين أن عبارة $Q_r$ عند التوازن تكتب على الشكل : $Q_{r\,éq} = \dfrac{x_{max} \cdot \tau^2_f}{V_0\,(1 - \tau_f)}$

حيث $\tau_f$ : نسبة التقدم النهائي للتفاعل و $x_{max}$ : التقدم الأعظمي و يعبر عنه بـ mol .

د- استنتج قيمة ثابت التوازن K .

**ثانيا :** للتحقق من صحة المقدار المسجل على الكيس ، نأخذ حجما $V_b = 100.0\ mL$ من محلول مائي $S_b$ لهيدروكسيد الصوديوم ( $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ ) تركيزه المولي $C_b = 2.0 \cdot 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ و نذيب فيه كليا محتوى الكيس فنحصل على محلول مائي S (نعتبر أن حجم المحلول S هو $(V_b)$ . نـأخذ 20 mL من المحلول S و نضعه في بيشر و نعايره بمحلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي $C_a = 2.0 \cdot 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ فنحصل على المنحنى البياني (الشكل-9) ، معادلة تفاعل المعايرة هي :

$$H_3O^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = 2H_2O_{(\ell)}$$




1- ارسم بشكل تخطيطي عملية المعايرة .

2- عرف نقطة التكافؤ ، ثم حدد إحداثيتي هذه النقطة E .

3- جد كمية المادة لشوارد $HO^-_{(aq)}$ التي تمت معايرتها . ( غير محلولة) .

4- جد كمية المادة الأصلية لشوارد $HO^-_{(aq)}$ ، ثم استنتج تلك التي تفاعلت مع الحمض RCOOH المتواجد في الكيس .

5- احسب m كتلة حمض الإيبوبروفين المتواجدة في الكيس ، ماذا تستنتج ؟

# حل التمرين

**أولا :**

**1- التأكد من أن $C_0 = 0.002\ mol/L$ :**

$$C = \frac{n_0}{V} = \frac{\frac{m_0}{M}}{V} = \frac{m_0}{M.V}$$

- $M = M(C_{13}H_{18}O_2) = 206\ g/mol$
- $C = \frac{0.2}{206 . 0.5} \approx 0.002\ mol/L$

**2- إثبات أن تفاعل حمض الإيبوبروفيل مع الماء محدود (غير تام) :**

| الحالة | التقدم | $RCOOH$ + | $H_2O$ = | $RCOO^-$ + | $H_3O^+$ |
|---|---|---|---|---|---|
| ابتدائية | $x = 0$ | $n_0 = C_0V_0$ | بزيادة | 0 | 0 |
| انتقالية | $x$ | $C_0V_0 - x$ | بزيادة | $x$ | $x$ |
| نهائية | $x_f$ | $C_0V_0 - x_f$ | بزيادة | $x_f$ | $x_f$ |

- نحسب التقدم الأعظمي :

بما أن الماء المستعمل بزيادة يكون الحمض هو المتفاعل المحد لذا يكون :

$$C_0V_0 - x_{max} = 0 \rightarrow x_{max} = C_0V_0 = 2 . 10^{-3} . 0.5 = 10^{-3}\ mol$$

- نحسب التقدم النهائي $x_f$ :

$$pH = 3.5 \rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3.5} = 3.16.10^{-4}\ mol$$

و اعتمادا على جدول التقدم :

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

$$x_f = 3.16 . 10^{-4} . 0.5 = 1.58 . 10^{-4}\ mol$$

- نحسب نسبة التقدم النهائي :

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{1.58.10^{-4}}{10^{-3}} = 0.158$$

نلاحظ أن : $\tau_f < 1$ إذن تفاعل حمض الإيبوبروفين مع الماء غير تام (محدود) .

**ب- عبارة كسر التفاعل :**

$$Q_r = \frac{[RCOO^-]\ [H_3O^+]}{[RCOOH]}$$

جـ- إثبات أن $Q_{r\,éq} = \dfrac{x_{max} \cdot \tau_f^{\,2}}{V_0\,(1-\tau_f)}$ :

اعتمادا على عبارة كسر التفاعل السابقة يمكن كتابة العبارة التالية عند حدوث التوازن :

$$Q_{r\,éq} = \frac{[RCOO^-]_{éq}\,[H_3O^+]_{éq}}{[RCOOH]_{éq}}$$

- لدينا :

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

و اعتمادا على جدول التقدم :

- $[H_3O^+]_{éq} = \dfrac{x_f}{V_0} = \dfrac{x_{max}\,\tau_f}{V_0}$
- $[CH_3COO^-]_{éq} = \dfrac{x_f}{V_0} = \dfrac{x_{max}\,\tau_f}{V_0}$
- $[CH_3COOH]_{éq} = \dfrac{C_0V_0 - x_f}{V_0} = \dfrac{C_0V_0 - x_{max}\,\tau_f}{V_0}$

وجدنا سبقا $x_{max} = C_0V_0$ و منه يصبح :

$$[CH_3COOH]_{éq} = \frac{x_{max} - x_{max}\,\tau_f}{V_0} = \frac{x_{max}\,(1-\tau_f)}{V_0}$$

بالتعويض في عبارة $Q_{r\,éq}$ نجد :

$$Q_{r\,éq} = \frac{\dfrac{x_{max}\tau_f}{V_0}\,\dfrac{x_{max}\tau_f}{V_0}}{\dfrac{x_{max}\,(1-\tau_f)}{V_0}} \rightarrow Q_{r\,éq} = \frac{x_{max}\tau_f^2}{V_0(1-\tau_f)}$$

د- قيمة ثابت التوازن :

$$K = Q_{r\,éq} = \frac{x_{max}\tau_f^2}{V_0(1-\tau_f)} \rightarrow K = \frac{10^{-3}\,(0.158)^2}{0.5\,(1\ -\ 0.158)} = 5.93.10^{-5}$$

**ثانيا :**

4- كمية المادة الأصلية لـ $HO^-$ :

$n_i(HO^-) = C_bV_b = 2\ .\ 10^{-2}\ .\ 100\ .\ 10^{-3} = 2\ .\ 10^{-3}$ mol

و منه كمية المادة التي تفاعلت مع الحمض RCOOH المتواجد في الكيس هي :

$$n(HO^-) = n_i(HO^-) - n'_E(HO^-)$$
$$n(HO^-) = 2\ .\ 10^{-3} - 1.03\ .\ 10^{-3} = 9.7\ .\ 10^{-4}\ \text{mol}$$

5- قيمة m :

اعتمادا على ما سبق يمكن قول ما يلي :

عند معايرة 20 mL من الحمض RCOOH نحتاج إلى $9.7\ .\ 10^{-4}$ من $HO^-$ لذا عند التكافؤ يمكن كتابة :

$n_0(RCOOH) = n(HO^-) = 9.7 \cdot 10^{-4}\ mol$

من جهة أخرى :

$$n_0(RCOOH) = \frac{m_0}{M} \rightarrow m = n_0(RCOOH).M$$

$$m = 9.7.10^{-4} \cdot 206 \approx 0.2\ g = 200\ mg$$

و هذا يتوافق مع ما هو مكتوب على الكيس .